

**FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO**

**A Implementação do SDA na Redução do Risco de Exposição às  
poeiras de Sílica Cristalina Respirável**

Rui Pedro Gonçalves Salgado dos Santos

Licenciado em Engenharia Química

pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto



Dissertação submetida para a satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais.

Dissertação realizada sob a supervisão do Prof. Dr. Carlos Alberto Silva Ribeiro, do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Secção de Metalurgia da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

**Porto, Maio de 2009**

## **RESUMO**

As empresas do sector de fundição, derivado da assinatura do SDA, são responsáveis pela protecção da saúde daqueles que, no seu trabalho diário, se encontram expostos às poeiras de sílica cristalina respirável.

O objectivo desta dissertação de mestrado foi o de avaliar as condições de trabalho e saúde dos trabalhadores de uma fundição resultante da exposição ocupacional a poeiras de sílica cristalina respirável, propondo soluções de melhoria com o objectivo de implementar o SDA na redução do risco à sua exposição.

Através da análise de processos e tarefas realizadas, bem como a caracterização dos trabalhadores envolvidos determinaram-se quais os grupos de exposição semelhante (GES) existentes e avaliou-se o seu grau de exposição às poeiras de sílica cristalina respirável.

Verificou-se que os trabalhadores do sector da fusão/vazamento (GES 1) e do sector da moldação manual pequena (GES 4) apresentam menor risco de exposição e que os trabalhadores dos sectores da moldação manual automática (GES 2), moldação manual grande (GES 3) e rebarbagem (GES 7) apresentam níveis de exposição semelhante, tendo-se detectado diversas oportunidades de melhoria no controle das poeiras geradas, quer ao nível de instalações, quer ao nível de organização e comportamentos.

Palavras-chave: Silica Cristalina Respirável; Exposição; Segurança; Riscos; Fundição.

## **ABSTRACT**

The foundry industry signed the SDA and, because of that, is responsible for protecting the health of those who, in their daily work, are exposed to respirable crystalline silica dust.

The aim of this thesis was to evaluate the working conditions and health of workers at a foundry from the occupational exposure to respirable crystalline silica dust, proposing improvement solutions in order to implement the SDA in the risk reducing of their exposure.

Through the processes and tasks performed analysis, and workers characterization involved is determined which similar exposure groups (GES) existing and evaluated the level of their exposure to respirable crystalline silica dust.

It was found that melting/casting workers (GES 1) and small manual moulding (GES 4) have lower risk of exposure and that workers of the automatic manual moulding (GES 2), large manual moulding (GES 3) and grinding (GES 7) show similar levels of exposure. Several improvement opportunities was found on control of generated dust, both in terms of facilities, both in terms of organization and behaviour.

*Keywords:* Respirable crystalline silica; Exposure; Safety; Risk; Foundry

## **Prefácio**

Devido à assinatura do SDA por parte da CAEF, as empresas do sector de fundição são responsáveis pela protecção da saúde daqueles que no seu trabalho diário se encontram expostos à sílica sob pena, devido a incumprimento, de levar a União Europeia a impor limites de exposição e condições de utilização muito restritivos.

Este trabalho, juntamente com o guia de melhores práticas para a protecção da saúde dos trabalhadores através do correcto manuseamento e utilização da sílica cristalina e produtos relacionados, pretende ser uma ferramenta útil de forma a auxiliar as empresas na área da fundição a atingirem os seus objectivos em termos de protecção da saúde dos seus trabalhadores.

O objectivo geral desta dissertação de mestrado é o de avaliar as condições de trabalho e saúde dos trabalhadores resultante da exposição ocupacional a poeiras contendo sílica cristalina respirável e propor uma forma de implementação do SDA na redução do risco de exposição da mesma.

Pretende-se atingir o objectivo geral através do atingir dos objectivos específicos seguidamente expostos.

- Caracterização do processo de fundição através da análise do fluxo do processo de fabricação, bem como a identificação da matéria-prima, inputs, ferramentas e máquinas.
- Seleccionar e determinar quais os Grupos de Exposição Semelhante no que se refere à exposição a poeiras de sílica cristalina respirável.
- Caracterização, através do preenchimento de um questionário, dos trabalhadores da fundição quanto a dados demográficos, tempo de exposição à sílica cristalina respirável ou número de fumadores.
- Efectuar uma avaliação semi-quantitativa de cada posto de trabalho exposto às poeiras de sílica cristalina respirável.

- Fazer uma avaliação quantitativa da exposição ocupacional às poeiras de sílica cristalina respirável numa empresa de fundição, através da amostragem local e análise das amostras.
- Propor soluções de modo a implementar o SDA com o objectivo de eliminar, reduzir ou minimizar os riscos de exposição resultantes da exposição dos trabalhadores às poeiras de sílica cristalina respirável.

O presente trabalho está limitado à avaliação das condições de trabalho dos trabalhadores de uma fundição expostos a poeiras de sílica cristalina respirável à procura de soluções para os riscos encontrados.

Não faz parte deste trabalho o estudo epidemiológico das doenças provocadas pela exposição à areia contendo sílica, nem sua relação com outras doenças adquiridas ou interacção com os demais agentes ambientais oriundos do processo, tais como monóxido de carbono, fenol, resinas e isocianatos.

A dissertação de mestrado é um documento técnico que constitui um marco durável e importante na vida do seu autor. Muito embora uma dissertação de mestrado seja um trabalho necessariamente individual, há contributos de natureza diversa que não podem nem devem deixar de ser realçados. A todos os que contribuíram, directa ou indirectamente, para a concretização e conclusão desta dissertação de mestrado gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos:

- Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos S. Ribeiro, por me ter chamado à atenção para um assunto no âmbito da saúde, higiene e segurança no trabalho que afecta de forma tão gravosa a qualidade e duração de vida de tantos e tantos trabalhadores, quer a nível nacional, quer a nível mundial. Este trabalho só foi possível graças à sua competente orientação e dedicação;
- Ao responsáveis e colaboradores da empresa na qual realizei a investigação por me terem recebido no seu seio de forma excelente e que me proporcionaram todas as condições para eu realizar a minha investigação;

- Aos responsáveis do MESHO por terem resolvido todos os entraves que foram aparecendo ao longo deste difícil e longo percurso;
- À minha namorada, Maria, por me ter apoiado e compreendido em todos os momentos difíceis que tive que passar, em especial, nas semanas anteriores à entrega da dissertação.
- À minha família por saber que eu seria capaz de ultrapassar mais um obstáculo de modo a atingir todos os objectivos ambiciosos que tracei para mim;
- Por último, aos meus grandes amigos que “sabem do que sou feito” e que me emprestaram todo o seu apoio, carinho e amizade ao longo deste ano difícil.

# Índice

1. Introdução .....	1
1.1. Contextualização .....	1
1.2. Estrutura da dissertação.....	3
2. Enquadramento Teórico .....	4
2.1. Doenças Profissionais .....	4
2.1.1. Impacto.....	4
2.1.2. Regime Jurídico.....	5
2.1.3. Certificação.....	6
2.1.4. Indemnização .....	6
2.2. Doenças Respiratórias Ocupacionais.....	7
2.2.1. Pneumoconioses.....	7
2.2.2. Silicose .....	9
2.2.3. Silicose em Portugal .....	10
2.2.4. Silicose a nível mundial.....	13
2.2.5. Formas de Silicose .....	14
2.3. Agentes Químicos.....	15
2.3.1. Agentes Carcinogénicos e o Risco de Cancro .....	16
2.3.2. Sílica.....	17
2.3.2.1. Sílica Cristalina .....	18
2.3.2.2. Sílica Amorfa.....	19
2.3.3. Sílica cristalina respirável – Exposição Ocupacional.....	20
2.3.4. Valor limite de exposição .....	24
2.4. Sector da Fundição .....	24
2.4.1. O Processo .....	26
2.4.2. Fundição em números.....	28
2.4.2.1 Empresas .....	28
2.4.2.2 Produção.....	29
2.4.2.3. Exportação.....	30
2.4.2.4. Emprego .....	31
2.5. Acordo Social .....	31

2.5.1. Âmbito .....	32
2.5.2. Objectivos .....	33
2.5.3. Incumprimento do acordo.....	33
2.5.4. Guia de Melhores Práticas.....	34
2.6. Avaliação de Riscos.....	34
2.6.1 Definição e conceitos.....	35
2.6.1.1. Perigo.....	37
2.6.1.2. Risco.....	37
2.6.2 Fases da Gestão de Risco.....	38
2.6.2.1. Análise de Risco .....	38
2.6.2.2. Valoração do Risco .....	39
2.6.3. Etapas da análise de risco.....	40
2.6.3.1. Identificação do perigo e possíveis consequências.....	40
2.6.3.2. Identificação das pessoas expostas.....	42
2.6.3.3. Estimativa do risco.....	42
2.6.3.4. Metodologias de Avaliação de Risco e Métodos de Valoração do Risco .....	43
2.6.3.4.1 Métodos de Avaliação Qualitativos (MAQL) .....	44
2.6.3.4.2. Métodos de Avaliação Quantitativos (MAQT) .....	45
2.6.3.4.3. Métodos de Avaliação Semi-Quantitativos (MASQT) .....	46
2.6.3.4.4. Comparação dos métodos.....	47
3. Resultados .....	49
3.1 Determinação de Grupo Exposição Semelhante.....	49
3.1.1 Descrição dos Sectores e Processos .....	51
3.1.1.1 Fusão e Vazamento .....	51
3.1.1.1 Fusão e Vazamento .....	51
3.1.1.2 Moldação 53 .....	51
3.1.1.3 Macharia .....	59
3.1.1.4 Desmoldação .....	59
3.1.1.5 Rebarbagem .....	60
3.1.2 Questionários .....	64
3.1.3 Grupos de exposição semelhante seleccionados.....	67



3.2 Estimativa e valoração do risco .....	67
3.3. Avaliação Quantitativa .....	72
3.3.1 Metodologia utilizada .....	72
3.3.2 Equipamentos utilizados .....	73
3.3.3 Resultados obtidos .....	75
4. Discussão .....	78
4.1 Questionário .....	78
4.2 Estimativa e valoração do risco .....	79
4.3. Avaliação Quantitativa .....	81
4.4. Recomendações Gerais .....	84
4.4.1 Eliminação do Risco .....	87
4.4.2 Protecção Colectiva .....	87
4.4.3 Equipamentos de Protecção Individual.....	90
4.4.3.1 Equipamento de protecção respiratória (EPR).....	92
4.4.3.2. Tipos de EPR .....	93
4.4.3.3 Factor de protecção.....	94
4.4.3.4 Duração.....	95
4.4.3.4 Selecção de EPR.....	95
4.4.3.4.1 Factores ambientais .....	96
4.4.3.4.2 – Factores individuais e do próprio equipamento .....	97
4.4.3.4.3 – Factores de decisão .....	99
4.4.3.5 EPR recomendados.....	101
4.4.4 Medidas organizacionais .....	102
4.4.4.1 Serviços de segurança e higiene.....	102
4.4.4.2 Representantes dos trabalhadores para a segurança, higiene e saúde no trabalho .....	102
4.4.4.3 Limpeza do estabelecimento.....	102
4.4.4.4 Utilização, Conservação, Acomodação e Armazenagem de EPI .....	104
4.4.4.5 Sinalização de segurança – uso obrigatório de EPI .....	105
4.4.4.6 Área de alimentação.....	106
4.4.4.7 Utilização do ar comprimido .....	107
4.4.4.8 Vestuário de protecção .....	107

4.4.4.9 Factores que determinam o uso de EPI.....	108
5. Conclusões.....	111
6. Referências Bibliográficas.....	113
Anexo A – Questionário de caracterização dos trabalhadores .....	126
Anexo B – Caracterização dos trabalhadores.....	129
Anexo C – Relatório com os resultados das amostragens .....	131

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> – Distribuição da morbilidade profissional por grupos de doenças profissionais.....	11
<b>Figura 2</b> – Proporção dos grupos de doenças profissionais por grupos etários. ....	12
<b>Figura 3</b> – Distribuição das doenças do aparelho respiratório por diagnóstico. ....	13
<b>Figura 4</b> – Esquema do sistema respiratório e um pulmão em pormenor. ....	21
<b>Figura 5</b> – Percentagem de partículas em suspensão totais em função do diâmetro aerodinâmico, para cada fracção de poeiras. ....	22
<b>Figura 6</b> – Subsectores da indústria de fundição. ....	26
<b>Figura 7</b> – Fluxograma de processos e operações típicos numa fundição.....	26
<b>Figura 8</b> – Diagrama de processo típico de uma fundição .....	27
<b>Figura 9</b> – Distribuição nacional das empresas de fundição (2000). ....	29
<b>Figura 10</b> – Países de exportação do sector (2005). ....	30
<b>Figura 11</b> – Fases de um processo de gestão de risco profissional. ....	38
<b>Figura 12</b> – Forno de indução magnético.....	52
<b>Figura 13</b> – Linha de vazamento.....	52
<b>Figura 14</b> – Pulverização do molde com tinta de moldação .....	55
<b>Figura 15</b> – Ateamento do molde com o auxílio de um maçarico lança chama .....	55
<b>Figura 16</b> – Linha de moldação automática do tipo “Fast-Loop” .....	56
<b>Figura 17</b> – Linha de moldação automática do tipo “Fast-Loop” .....	56
<b>Figura 18</b> – Linha de moldação manual grande .....	57
<b>Figura 19</b> – Linha de moldação manual grande .....	57
<b>Figura 20</b> – Linha de moldação manual pequena .....	58
<b>Figura 21</b> – Linha de moldação manual pequena .....	58
<b>Figura 22</b> – Linha de moldação manual pequena .....	60
<b>Figura 23</b> – Linha de moldação manual pequena .....	60
<b>Figura 24</b> – Cabines de rebarbagem.....	61
<b>Figura 25</b> – Cabines de rebarbagem.....	62
<b>Figura 26</b> – Lay-out da empresa com indicação dos distintos sectores.....	63
<b>Figura 27</b> – Habilitações académicas dos trabalhadores analisados .....	64
<b>Figura 28</b> – Idade dos trabalhadores analisados.....	64

<b>Figura 29</b> – Sexo dos trabalhadores analisados .....	65
<b>Figura 30</b> – Trabalhadores analisados com formação em HST .....	65
<b>Figura 31</b> – Trabalhadores analisados fumadores. ....	66
<b>Figura 32</b> – Tempo de trabalho em fundição dos trabalhadores.....	66
<b>Figura 33</b> – GILAIR 5 .....	73
<b>Figura 34</b> – SKC 224-PCTX4.....	74
<b>Figura 35</b> – Ciclone SKC com porta-cassete .....	74
<b>Figura 36</b> – Calibrador Primário BIOS DEFENDER 520.....	74
<b>Figura 37</b> – Micro-balança analítica de precisão Mettler Toledo MT5. ....	75
<b>Figura 38</b> – Braço extractor de poeiras NEX D da NEDERMAN .....	88
<b>Figura 39</b> – Kits de extracção de poeiras para rebarbadora da NEDERMAN.....	88
<b>Figura 40</b> – Ventilador centrifugo N40 da NEDERMAN.....	89
<b>Figura 41</b> – Formas possíveis dos agentes químicos.....	92
<b>Figura 42</b> – Classificação dos aparelhos de protecção respiratória (segundo a NP EN 133:1996).....	93
<b>Figura 43</b> – (a) semi-máscara descartável com válvula de exalação; (b) semi-mascara e respectivos filtros de substituição; (c) máscara de face completa .....	94
<b>Figura 44</b> – Exemplo da marcação obrigatória presente numa máscara segundo a NP EN 149 .....	98
<b>Figura 45</b> – Máquina de limpeza automática Tennant T7.....	103
<b>Figura 46</b> – Proibição do uso da vassoura .....	103
<b>Figura 47</b> – Alguns exemplos de formas de armazenamento de EPI .....	104
<b>Figura 48</b> – sinais de segurança relativos à obrigatoriedade de usar EPI .....	106
<b>Figura 49</b> – Pistola de ar comprimido.....	107

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Pneumoconioses e seus agentes etiológicos. ....	9
<b>Tabela 2</b> – Evolução do número de casos das principais doenças profissionais respiratórias notificados entre 2000 e 2005. ....	12
<b>Tabela 3</b> – Valores típicos de sílica cristalina “livre” em diferentes fontes minerais. ....	19
<b>Tabela 4</b> – Principais técnicas empregues por processo e por liga. ....	28
<b>Tabela 5</b> – Número de fundições portuguesas (2005). ....	29
<b>Tabela 6</b> – Produções Subsectoriais e Totais (2002 a 2005). ....	29
<b>Tabela 7</b> – Produção Europeia em 2005 (Mil/ton). ....	30
<b>Tabela 8</b> – Facturação do sector em Portugal, 2002 a 2005 (€x10 <sup>6</sup> ). ....	30
<b>Tabela 9</b> – Exportação no sector de fundição, 2002 a 2005 (Mil ton). ....	31
<b>Tabela 10</b> – Número de empregos no sector metalúrgico (2005). ....	31
<b>Tabela 11</b> – Vantagens e Limitações associadas aos métodos de Valoração do risco. .	47
<b>Tabela 1</b> – Fluxo do processo de fusão de uma fundição em areia (ferro fundido). ....	53
<b>Tabela 13</b> – Fluxo do processo de vazamento em moldação em areia (ferro fundido). ....	53
<b>Tabela 14</b> – Fluxo do processo da moldação em areia auto-secativa. ....	54
<b>Tabela 15</b> – Fluxo da produção de machos pelo processo de caixa fria (cold- box).....	59
<b>Tabela 16</b> – Fluxo do processo de desmoldação.....	59
<b>Tabela 17</b> – Fluxo do processo de rebarbagem .....	61
<b>Tabela 18</b> – Escalas com diferentes níveis de <i>Probabilidade</i> (P) .....	68
<b>Tabela 19</b> – Escalas com diferentes níveis de <i>Exposição</i> (E) .....	69
<b>Tabela 20</b> – Escalas com diferentes níveis de <i>Gravidade</i> (G).....	70
<b>Tabela 21</b> – Escalas com diferentes níveis de <i>Magnitude do Risco</i> (R).....	71
<b>Tabela 22</b> – Níveis de <i>Probabilidade</i> (P), <i>Exposição</i> (E), <i>Gravidade</i> (G) e <i>Magnitude do Risco</i> (R) para os diferentes GES.....	71
<b>Tabela 23</b> – Resultados obtidos da análise quantitativa.....	76
<b>Tabela 24</b> – Resultados obtidos da análise quantitativa.....	80
<b>Tabela 25</b> – Obrigações do empregador e do trabalhador em termos de equipamentos de protecção individual. ....	91
<b>Tabela 26</b> – Factor de protecção e máxima concentração admissível para utilização para cada classe de filtro .....	95

## Lista de Abreviaturas

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
APF	Associação Portuguesa de Fundição
CAEF	Comité das Associações Europeias de Fundição
CEN	Organização Europeia de Normalização
CNPCR	Centro Nacional de Protecção Contra Riscos Profissionais
CRPG	Centro de Reabilitação Profissional de Gaia
CRSPN	Centro Regional de Saúde Pública do Norte
EPI	Equipamento de Protecção Individual
EPR	Equipamento de Protecção Respiratória
IARC	INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISO	Organização Internacional de Normalização
LAT	Lei dos Acidentes de Trabalho
<i>MAQL</i>	Métodos de Avaliação Qualitativos
<i>MAQT</i>	Métodos de Avaliação Quantitativos
<i>MASQT</i>	Métodos de Avaliação Semi-Quantitativos
OIT	Organização Internacional do Trabalho
SDA	Social Dialogue Agreement
SGSST	Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho
VLE	Valor Limite de Exposição

## 1. Introdução

### 1.1. Contextualização

O trabalho acompanha o homem desde suas primeiras manifestações como ser racional. Associado ao trabalho, as questões que circundam a segurança sempre fizeram parte das preocupações do ser humano.

A doença ocupacional, embora ainda sem esta denominação, é descrita desde tempos remotos. Hipócrates descreveu o quadro clínico da intoxicação saturnina, Plínio, o aspecto dos trabalhadores expostos ao chumbo, ao mercúrio e a poeiras, Agrícola escreve sobre a “asma dos mineiros”, hoje denominada silicose e Paracelso, a intoxicação pelo mercúrio. Quase dois séculos mais tarde, em 1700 foi publicado “De Morbis Artificum Distribua”, escrito por Bernardino Ramazzini, conhecido como “Pai da Medicina do Trabalho”, descrevendo doenças de aproximadamente 50 ocupações. [1]

Segundo a Estratégia Nacional para a Segurança e Saúde no Trabalho, para o período 2008 -2012, a segurança e saúde no trabalho são actualmente preocupações centrais de qualquer política de promoção da qualidade do emprego, seja ao nível das políticas públicas e da actuação dos actores institucionais do Estado, seja ao nível das próprias empresas, trabalhadores e parceiros sociais. [2]

As pessoas são os agentes dinamizadores da organização e é utópico pensar que possam desempenhar, de modo eficiente, suas atribuições se o próprio ambiente de trabalho não lhes proporciona segurança. A falta de um sistema de segurança eficaz acaba por causar problemas de relacionamento, produtividade, qualidade dos produtos e/ou serviços prestados e um consequente aumento dos custos.

A segurança no trabalho é uma função empresarial que, cada vez mais, torna-se uma exigência conjuntural. As empresas devem procurar minimizar os riscos a que estão expostos seus funcionários pois, apesar de todo avanço tecnológico, qualquer atividade envolve um certo grau de risco. [3]

A sílica cristalina é um componente essencial de materiais que têm uma diversidade de utilizações na indústria e que são um componente vital de diversos objectos que utilizamos no dia-a-dia.

Sabe-se, há muitos anos, que a inalação de poeiras finas contendo sílica cristalina pode causar danos nos pulmões (silicose). A exposição profissional à sílica cristalina respirável pode ocorrer em qualquer situação no local de trabalho onde são geradas poeiras em suspensão contendo uma percentagem de sílica cristalina respirável.

Na verdade, a silicose é uma das formas mais comuns de pneumoconiose e é a doença profissional conhecida há mais tempo. É uma fibrose nodular progressiva causada pela deposição de partículas finas respiráveis de sílica cristalina nos pulmões, podendo em casos extremos provocar a morte.

No entanto, quando avaliados correctamente, os riscos para a saúde associados à exposição a poeiras de sílica cristalina podem ser controlados e, utilizando as medidas adequadas, reduzidos ou totalmente eliminados. [4]

A nova estratégia de cinco anos para a saúde e a segurança no trabalho, adoptada em 2007 pela Comissão Europeia, aponta para uma redução de 25% em toda a UE dos acidentes e das doenças ligados ao trabalho.

Não obstante, os progressos continuam a ser díspares em função dos países, sectores, empresas e categorias de trabalhadores. As mudanças operadas na vida profissional estão a induzir novos riscos ocupacionais, ao mesmo tempo que se regista um aumento de algumas doenças relacionadas com o local de trabalho, sendo que as pequenas e as médias empresas estão particularmente expostas a acidentes e doenças profissionais. [5]

O Comité das Associações Europeias de Fundição (CAEF), que integra como um dos seus membros associados a Associação Portuguesa de Fundição (APF), é um dos



signatários do acordo relativo à protecção da saúde dos trabalhadores através da utilização e manuseamento correctos de sílica cristalina e produtos contendo sílica cristalina ou, simplesmente, SDA (*Social Dialogue Agreement*).

Neste acordo ficou estabelecido que é da responsabilidade de todos a protecção da saúde daqueles que no seu trabalho diário se encontram expostos à sílica [6] e que, em caso de incumprimento do acordo pelas partes envolvidas, poderá levar a União Europeia a impor limites de exposição e condições de utilização muito restritivas.

### **1.2. Estrutura da dissertação**

Esta dissertação de mestrado está estruturada da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Neste capítulo apresenta-se a contextualização envolvendo os aspectos da segurança no trabalho, a problemática da sílica e das suas consequências para os trabalhadores expostos e o acordo relativo à protecção da saúde dos trabalhadores através da utilização e manuseamento correctos de sílica cristalina e produtos contendo sílica cristalina.
- Capítulo 2 – Refere-se aos temas relativos à revisão bibliográfica e enquadramento teórico em que são abordadas algumas definições no âmbito das doenças profissionais, sílica e silicose, caracterização do sector da fundição, a implementação do SDA e a avaliação de riscos.
- Capítulo 3 – Neste capítulo são apresentados os dados recolhidos, a descrição dos métodos usados e expõem os resultados obtidos.
- Capítulo 4 – São analisados os resultados obtidos e são apresentadas as soluções técnicas de forma a implementar o SDA no sentido de reduzir os riscos de exposição às poeiras de sílica cristalina respirável.
- Capítulo 5 – Conclusões sobre a pesquisa, os objectivos alcançados e sugestões para possíveis trabalhos.

## **2. Enquadramento Teórico**

### **2.1. Doenças Profissionais**

No Decreto Regulamentar n.º 6/2001, de 5 de Maio, é referido que uma doença profissional é aquela que resulta directamente das condições de trabalho, consta da Lista de Doenças Profissionais e causa incapacidade para o exercício da profissão ou morte. [7]

As doenças profissionais resultam do exercício de uma actividade profissional, sendo, por via de regra, por comparação com o acidente de trabalho que pressupõe que seja súbito o seu aparecimento, caracterizada por uma produção lenta e progressiva, surgindo de modo imperceptível no organismo. [8] São provocadas por agentes nocivos a que os trabalhadores, por força da sua actividade laboral, estão habitual ou continuamente expostos, no local e no tempo em que desempenham essa função profissional. [9]

#### **2.1.1. Impacto**

O sinistro laboral há muito que deixou de ser entendido como um infortúnio marcado pelo destino, um azar do lesado que produz consequências unicamente na sua esfera, uma vez que a par dos danos sofridos pelo trabalhador (patrimoniais, e, frise-se, não patrimoniais), se produzem impactes relevantes na estrutura económico-social. [8]

As doenças profissionais e os acidentes de trabalho constituem hoje um problema fundamental para todos os que intervêm no trabalho/emprego: trabalhadores, sindicatos, empregadores, seguradoras e Estado. [10]

O trabalhador vítima de doença profissional acarreta com inúmeros custos decorrentes da doença profissional, nomeadamente a perda de rendimento, a dor e o sofrimento, a perda de futuros ganhos, de investimentos passados e custos médicos. Associados a estes encontram-se outros de natureza profissional, moral, social e familiar. Os vários impactos estão, muitas vezes, inter-relacionados. [11]

Apesar dos vários impactos estarem intimamente relacionados, por uma questão de sistematização podem ser agrupados nas seguintes seis categorias:

- Impactos físico-funcionais;
- Impactos psicológicos e morais;
- Impactos profissionais;
- Impactos familiares e sociais;
- Impactos económicos;
- Impactos na qualidade de vida. [12]

### **2.1.2. Regime Jurídico**

A protecção pela eventualidade de doença profissional abrange os trabalhadores enquadrados pelo regime geral dos trabalhadores por conta de outrem e dos independentes e os que não o estando, ou sendo apenas cobertos em algumas eventualidades, exerçam actividade profissional no sector privado.

Nos termos da Lei dos Acidentes de Trabalho, para efeitos indemnizatórios, as doenças profissionais são as doenças constantes da Lista das Doenças Profissionais, sendo também assim consideradas as lesões, perturbações funcionais ou doenças que, ainda que não estejam tipificadas nessa lista, se venham a comprovar como sendo consequência necessária e directa da actividade exercida pelos trabalhadores e não representem normal desgaste do organismo.

Existe, assim, no ordenamento jurídico português um sistema misto, ou comumente designado de “lista aberta”, pois admite-se o reconhecimento de outras doenças para além daquelas que estão tipificadas legalmente, sendo que esta distinção tem repercussões ao nível do tratamento jurídico das condições de reparação. [8]

De acordo com o artigo 26º do Decreto-Lei nº 248/99, de 2 de Julho, que regulamenta a LAT no que respeita às doenças profissionais, a atribuição das prestações para compensação dos danos depende de o trabalhador beneficiário reunir cumulativamente as seguintes condições:

- estar afectado por doença profissional;
- ter estado exposto ao respectivo risco pela natureza da indústria, actividade ou condições, ambiente e técnicas de trabalho. [13]

No que respeita às doenças profissionais constantes da Lista, basta que o trabalhador prove estes dois requisitos para lhe ser assegurado o direito de reparação, pois o nexo de causalidade é presumido, sendo, todavia, passível de ser ilidido. Quanto às lesões, perturbações funcionais ou doenças não constantes da Lista, o trabalhador tem que fazer a prova do nexo de causalidade entre a contracção do dano e a natureza do trabalho, ou seja, provar que os danos são consequência necessária e directa da actividade profissional exercida e não representam normal desgaste do organismo.

Não obstante a figura das doenças profissionais andar associada com a dos acidentes de trabalho, a sua forma de ressarcimento enquadra-se em parâmetros diferentes, de Direito Público, segundo o regime no decreto regulamentar. [8]

### **2.1.3. Certificação**

A certificação e a revisão das incapacidades é da exclusiva responsabilidade do CNPCRP – Centro Nacional de Protecção Contra os Riscos Profissionais, estando expressamente previsto o dever de os médicos participarem ao CNPCRP todos os casos clínicos em que seja de presumir a existência de doença profissional. [13]

Para além da consagração de prestações em dinheiro e em espécie, à semelhança do que é previsto em sede de acidentes de trabalho, está também cometido ao empregador o dever de assegurar a ocupação em funções compatíveis com o estado e capacidade residual, bem como a formação profissional, a adaptação de posto de trabalho, o trabalho a tempo parcial e a licença para formação ou novo emprego dos trabalhadores afectados de lesão ou doença que lhes reduza a capacidade de trabalho ou de ganho em consequência de doença profissional. [8]

### **2.1.4. Indemnização**

Uma das dimensões da excepcionalidade do regime de responsabilidade pela reparação dos danos laborais face ao regime geral é a tipificação das formas de ressarcimento, estipulando a LAT, no seu artigo 10º, que o direito a reparação compreende duas espécies de prestações: as prestações em espécie e as prestações

em dinheiro, podendo ser as prestações em espécie de natureza médica, cirúrgica, farmacêutica, hospitalar ou outras prestações. [8]

O montante das indemnizações está dependente do dano do trabalhador (seja incapacidade permanente ou temporária, seja absoluta ou parcial, ou a morte), sendo também necessário apurar o grau de incapacidade, que é determinado por coeficientes, constantes da nova Tabela Nacional de Incapacidades (Decreto-Lei 352/2007, de 23 de Outubro). [14]

## **2.2. Doenças Respiratórias Ocupacionais**

As doenças respiratórias ocupacionais afectam o trato e os órgãos do sistema respiratório devido à exposição profissional a poluentes atmosféricos.

### **2.2.1. Pneumoconioses**

As Doenças Pulmonares Ambientais e Ocupacionais, especialmente aquelas relacionadas aos ambientes de trabalho, constituem ainda, entre nós, um importante e grave problema de saúde pública.

O termo pneumoconiose foi criado por Zenker, em 1866, para designar um grupo de doenças que se originam de exposição a poeiras fibrosantes. Em 1971, este termo foi redefinido como sendo "o acúmulo de poeiras nos pulmões e a reacção tecidual à sua presença" e define como poeira um aerossol composto de partículas sólidas inanimadas. [15]

As pneumoconioses são doenças por inalação de poeiras, substâncias que o organismo pouco consegue combater com seus mecanismos de defesa imunológica e/ou leucocitária, diferentemente do que ocorre com microorganismos que podem ser fagocitados, digeridos ou destruídos pela acção de anticorpos e de células de defesa por meio das enzimas lisossomais e outros mecanismos. [16]

As Pneumoconioses são definidas pela Organização Internacional do Trabalho como "doenças pulmonares causadas pelo acúmulo de poeira nos pulmões e reação tissular à presença dessas poeiras". [17]

De um modo geral, pode-se dizer que as pneumoconioses são resultantes da inalação de pó mineral encontrado, na maior parte das vezes, no ambiente de trabalho. As partículas aspiradas ficam no pulmão, onde provocam inflamação e substituição do tecido normal por tecido fibroso, que endurece o órgão, evoluindo para a falência da função respiratória. [18]

Para ter eficácia em atingir as vias respiratórias inferiores as partículas devem ter a mediana do diâmetro aerodinâmico inferior a 10µm, pois acima deste tamanho são retidas nas vias aéreas superiores. A fracção respirável (<5µm) tem maior probabilidade de se depositar no trato respiratório baixo (bronquíolos terminais e respiratórios e os alvéolos), e dar início ao processo inflamatório que, se perpetuado pela inalação crónica e/ou em quantidade que supera as defesas, pode levar à instalação das alterações pulmonares. Partículas com diâmetros de 5 a 10µm, embora em menor proporção, também têm condição de se depositar nessas regiões e produzir doença. [16]

As pneumoconioses podem ser classificadas em duas categorias diferentes, as pneumoconioses fibrogénicas e não-fibrogénicas. Sendo que:

- Pneumoconioses fibrogénicas: Provocam alteração permanente ou destruição da estrutura alveolar (Ex: Silicose, Asbestose).
- Pneumoconioses não-fibrogénicas: Provocam reacção pulmonar mínima, sendo potencialmente reversível (certos casos como na baritose e em alguns raros casos de siderose), e não altera a estrutura alveolar (Estanose, Siderose, Baritose).

O mecanismo de acção fibrogénica da sílica cristalina ainda não foi completamente esclarecido, existindo actualmente três teorias distintas:

- Teoria mecânica: a acção fibrogénica seria causada pela irritação das pontas agudas e das bordas cortantes das partículas de quartzo.
  - Teoria da solubilidade química: a fibrogenese seria devida à acção do ácido silícico libertado pelas partículas quando em contacto com as células de defesa dos pulmões.
  - Teoria imunológica: a sílica, na forma cristalina, teria um efeito tóxico selectivo sobre os macrófagos, que se autodestroem após ter eliminado (fagocitado) as partículas, libertando uma substância que levaria à formação da lesão nodular característica.
- [19]

No quadro seguinte estão expostas algumas pneumoconioses ocupacionais e a indicação de quais as suas poeiras causadoras.

**Tabela 1** - Pneumoconioses e seus agentes etiológicos.

<b>Pneumoconiose</b>	<b>Agente(s) Etiológico(s)</b>
• Silicose	• Sílica livre
• Asbestose	• Todas as fibras de asbesto ou amianto
• Silicatose	• Silicatos variados
• Talcose	• Talco mineral (silicato)
• Pneumoconiose por poeira mista	• Poeiras variadas contendo menos de 7,5% de sílica livre
• Siderose	• Óxido de ferro
• Estanose	• Óxidos de estanho
• Baritose	• Sulfato de bário (barita)

### 2.2.2. Silicose

O termo silicose vem sendo utilizado desde 1870, porém existem citações sobre suposta silicose desde cerca de 2000 anos. [20] A silicose é a mais antiga, mais grave e mais prevalente das doenças pulmonares relacionadas à inalação de poeiras minerais, confirmando a sua importância na lista das pneumoconioses. [15]

O risco de silicose clássica existe quando o teor de sílica livre na fracção de poeira respirável é maior que 7,5%. Quando o teor de sílica livre se encontra abaixo desse valor, as lesões anatomopatológicas são mais características do quadro que constitui a pneumoconiose por poeira mista. [21]

O aparecimento da doença com incapacidade temporária ou permanente e/ou morte tem sido constante, tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento onde vem se verificando a exposição excessiva a poeiras “respiráveis”, contendo sílica livre cristalina. [22]

### **2.2.3. Silicose em Portugal**

Em Portugal, existe um sistema de vigilância epidemiológica de doenças profissionais, de base populacional, baseado na notificação obrigatória dessas patologias, sejam casos confirmados ou suspeitos. Os casos notificados são sujeitos a verificação por parte do Centro Nacional de Protecção Contra os Riscos Profissionais (CNPCRP), o qual, após confirmação, dá conhecimento de todos os casos confirmados aos serviços de saúde pública, para que possam ser desencadeadas medidas preventivas.

O Centro Regional de Saúde Pública do Norte (CRSPN) desenvolveu um estudo intitulado “Saúde na Região Norte: Medir para Mudar” baseado em dados referentes aos casos de doença profissional confirmados entre Janeiro de 2000 e Setembro de 2005 para o distrito do Porto. Apenas foi considerado este distrito, uma vez que os casos correspondentes aos restantes distritos da região Norte constituem um número muito diminuto (cerca de 80 a 100 casos confirmados por ano).

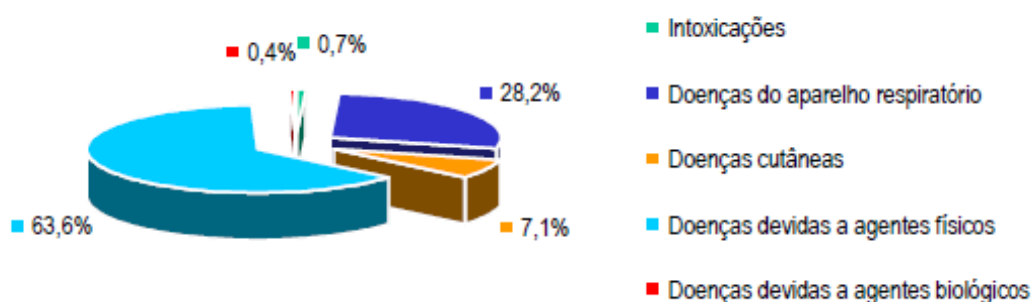
O número de doenças profissionais no período considerado foi de 2576 (o que equivale a uma incidência média de 430,8 novos casos por ano), mas no entanto segundo a Organização Internacional da Saúde (OIT), apenas um número limitado de casos de doença profissional são objecto de notificação.

Uma das conclusões deste estudo indica exactamente a “provável sub-notificação de doenças profissionais”, provavelmente devido à “dificuldade em reconhecer a



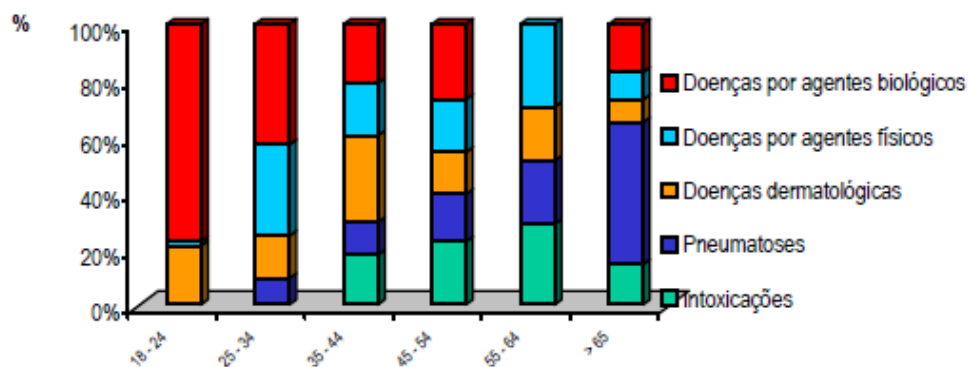
actividade profissional como determinante major da doença... e/ou que apesar de reconhecida não é notificada”. Este facto, segundo o mesmo estudo, “impede a quantificação do problema e limita a adopção de medidas preventivas, perpetuando-o”.

Mais de 60% dos casos correspondeu a doenças devidas a agentes físicos (tais como ruído e vibrações); cerca de um quarto correspondeu a doenças do aparelho respiratório e menos de 1% foram doenças devidas a agentes biológicos.



**Figura 1** – Distribuição da morbilidade profissional por grupos de doenças profissionais.

Verificou-se que as doenças profissionais tiveram uma distribuição diferente de acordo com os grupos etários, havendo uma maior proporção de doenças do aparelho respiratório nos trabalhadores com idade superior a 44 anos, estando associado à necessidade de um maior tempo de exposição para desenvolvimento de doença. Os grupos etários com maior número de casos notificados foram o dos 45-54 anos (33,8%) e o dos 55-64 anos (30,1%).



**Figura 2** – Proporção dos grupos de doenças profissionais por grupos etários.

O quadro seguinte mostra a evolução do número de casos das principais doenças profissionais respiratórias notificados entre 2000 e 2005.

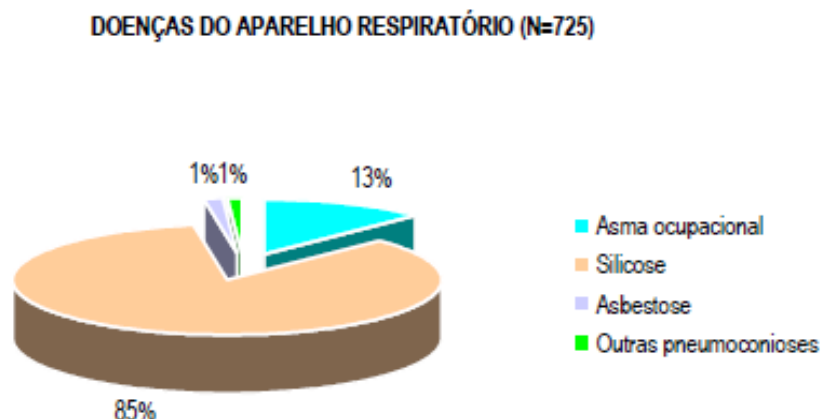
**Tabela 2** – Evolução do número de casos das principais doenças profissionais respiratórias notificados entre 2000 e 2005.

Doenças profissionais (classificação CID-10)	Número de casos notificados					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005 (Jan-Set)
Doenças do aparelho respiratório *						
Asma profissional (J45.0)	1	32	8	24	19	7
Asbestose (J61.0)	-	1	2	5	2	-
Silicose (J62.8)	39	159	75	186	112	43
Outras doenças pulmonares devidas a apenas agentes externos (J60-J70)**	-	3	-	3	1	2

\* Grupos definidos de acordo com o Decreto Regulamentar nº6/2001 de 5 de Maio

\*\* Excepto J45.0 e J62.8

Como se pode ver na figura seguinte, das doenças do aparelho respiratório declaradas, 85% correspondiam a silicose e 13% tinham o diagnóstico de asma ocupacional.



**Figura 3** – Distribuição das doenças do aparelho respiratório por diagnóstico.

Segundo o mesmo estudo, esta elevada proporção de casos de silicose declarados poderá corresponder a uma falta de adopção de medidas preventivas nos locais de trabalho silicogénicos ou a uma maior notificação por parte dos médicos como resultado de uma maior tradição na associação desta patologia a actividades profissionais. [23]

#### **2.2.4. Silicose a nível mundial**

Apesar de muito que se conhece sobre esta doença ocupacional, perfeitamente prevenível, ainda no século XXI a silicose continua a matar trabalhadores em todo o mundo. [15] Milhares de novos casos são diagnosticados a cada ano em várias partes do mundo com predominância nos países em desenvolvimento onde as actividades que envolvem a exposição à sílica são muito frequentes, destacando que em países desenvolvidos as pneumoconioses estão em franco declínio.

No Vietname, a silicose é considerada uma das doenças ocupacionais mais prevalente e a doença é uma das maiores causas de concessão de benefícios previdenciais aos trabalhadores (90%).

Na China, em 1990, houve o registo de aproximadamente 360.000 casos acumulados de pneumoconioses. Durante o período de 1991-1995, a China documentou mais de

500.000 casos de silicose, com quase 6.000 casos novos ocorrendo a cada ano e mais de 24.000 mortes por ano, a maior parte entre trabalhadores idosos.

Na Índia, uma prevalência de silicose de 55% foi encontrada entre os trabalhadores, muitos deles jovens, trabalhando em pedreiras de rochas sedimentárias de xisto, e com actividade subsequente em locais pequenos e mal ventilados.

Estudos na Malásia demonstram uma prevalência de silicose de 25% em trabalhadores em pedreiras e de 36% em trabalhadores fazendo lápides funerárias.

Nos EUA, estima-se que mais de 1 milhão de trabalhadores estão ocupacionalmente expostos a poeiras contendo sílica livre e cristalina e 100.000 desses trabalhadores correm o risco de terem silicose. A cada ano, mais de 250 trabalhadores morrem de silicose.

No Brasil a silicose também é uma das pneumoconioses de maior prevalência e o número estimado de trabalhadores potencialmente expostos a poeiras contendo sílica é superior a 6 milhões, sendo 4 milhões na construção civil, 500.000 na mineração e garimpo e acima de 2 milhões em indústrias de transformação de minerais, metalurgia, indústria química, da borracha, cerâmicas e vidraceira. [22]

### 2.2.5. Formas de Silicose

Quanto à sua forma clínica, a Silicose é classicamente descrita de três formas distintas, a crónica, a acelerada e a aguda

- **Silicose crónica:** Também conhecida como forma nodular simples, é a mais comum e ocorre após longo tempo do início da exposição, que pode variar de 10 a 20 anos, a níveis relativamente baixos de poeira.
- **Silicose acelerada ou sub-aguda:** Caracterizada por apresentar alterações radiológicas mais precoces, normalmente após cinco a dez anos do início da exposição.

- **Silicose aguda:** Forma rara da doença, associada a exposições maciças à sílica livre, por períodos que variam de poucos meses até quatro ou cinco anos, como ocorre no jateamento de areia ou moagem de pedra.

### 2.3. Agentes Químicos

Os agentes químicos podem causar danos no organismo humano, quer *directamente*, quer *gerando alguma forma de energia* que possa ter um efeito prejudicial para a saúde humana.

No *primeiro caso*, para que um agente químico possa causar danos directamente no organismo humano é condição necessária (mas não suficiente) que as suas moléculas entrem em contacto com alguma parte do corpo.

O dano pode manifestar-se de forma rápida ou mesmo imediata após o contacto (*efeito agudo*), ou revelar-se a longo prazo, normalmente na sequência de uma exposição repetida ao longo do tempo (*efeito crónico*).

Por outro lado, o dano pode sobrevir no ponto de contacto entre o agente químico e o organismo (pele, tracto respiratório, tracto gastrointestinal), caso em que se fala de *efeito local*, ou então manifestar-se, após um processo de absorção e distribuição pelo organismo, em pontos independentes daqueles onde se produziu o contacto (*efeitos sistémicos*). Como exemplos de efeitos locais pode citar-se a irritação respiratória produzida pela inalação de amoníaco ou a queimadura da pele produzida por contacto com ácido sulfúrico; os efeitos sistémicos podem ser os danos hepáticos produzidos pela inalação de determinados solventes ou os danos a nível neurológico decorrentes da inalação de vapores de mercúrio.

No *segundo caso*, o dano é produzido pela energia gerada pela combustão ou explosão de agentes químicos que tenham capacidade para originar este tipo de fenómeno. Os *incêndios* nos locais de trabalho podem causar danos graves para os trabalhadores, especialmente se não tiverem sido adoptadas medidas de emergência adequadas e

quase sempre causam danos importantes ao património da empresa. As *explosões* dão-se quando se produz uma reacção brusca de oxidação ou de decomposição, dando origem a um aumento da temperatura, da pressão ou de ambas em simultâneo. Dado o seu carácter praticamente instantâneo, as explosões têm normalmente efeitos muito graves tanto para as pessoas como em termos de bens materiais. [25]

### **2.3.1. Agentes Carcinogénicos e o Risco de Cancro**

Os agentes carcinogénicos são na maior parte dos casos substâncias químicas inertes até serem activadas pelo metabolismo. Tipicamente, são moléculas lipofílicas que são metabolizadas nas células para se tornarem derivados mais hidrossolúveis e quimicamente mais reactivas. Alguns carcinogénios apresentam especificidade de tecido ou de espécie, devido principalmente a variações metabólicas. [26]

Praticamente todos os cancros são causados por anomalias no material genético de células transformadas. Estas anomalias podem ser resultado dos efeitos de carcinogénicos, como o tabagismo, radiação, substâncias químicas ou agentes infecciosos. Outros tipos de anormalidades genéticas podem ser adquiridas através de erros na replicação do DNA, ou são herdadas, e consequentemente presente em todas as células ao nascimento. As interacções complexas entre os agentes carcinogénicos e o genoma hospedeiro podem explicar porque somente alguns desenvolvem cancro após a exposição a um agente carcinogénico conhecido.

Cancro é o nome comum da neoplasia (*neo*= novo + *plasia* = tecido) maligna, é uma doença caracterizada por uma população de células que cresce e se dividem sem respeitar os limites normais, invadem e destroem tecidos adjacentes, e podem se espalhar para lugares distantes no corpo, através de um processo chamado metástase. [27] Estas propriedades malignas do cancro diferencia-o dos tumores benignos, que são auto-limitados no seu crescimento e não invadem tecidos adjacentes (embora alguns tumores benignos sejam capazes de se tornarem malignos). O cancro pode afetar pessoas de todas as idades, mas o risco para a maioria dos tipos de cancro aumenta com o aumento da idade. [28]

Segundo oncologistas, um “neoplasma é uma massa anormal de tecido, o qual apresenta crescimento incoordenado e exagerado em relação aos tecidos normais e persiste dessa forma mesmo depois de cessado o estímulo que provocou a transformação.” [29]

### **2.3.2. Sílica**

Sílica é o nome de um grupo de minerais compostos por silício e oxigénio, os dois elementos mais abundantes na crosta terrestre, constituindo cerca de 60% (em peso) de toda a crosta terrestre. Apesar da sua fórmula química simples,  $\text{SiO}_2$ , a sílica existe em muitas formas diferentes.

A sílica é conhecida pela sua resistência desde o século IX. Os depósitos de sílica são encontrados universalmente e são provenientes de várias eras geológicas. Pela sua abundância na crosta terrestre, a sílica é largamente utilizada como constituinte de inúmeros materiais. [30]

A unidade estrutural básica da maioria das formas da sílica e dos silicatos é um arranjo tetraédrico de 4 átomos de oxigénio em redor de um átomo de silício centralizado ( $\text{SiO}_4$ ) e pequenas variações nas orientações das ligações entre os tetraedros podem resultar no desenvolvimento de uma nova simetria, produzindo os diferentes polimorfos da sílica. Uma orientação totalmente aleatória destas unidades resulta nas variedades amorfas do material. [31]

Oito diferentes arranjos estruturais (polimorfos) do  $\text{SiO}_2$  podem ocorrer na natureza (ex: quartzo, cristobalita, tridimita, moganita, keatita, coesita, stishovita e outras), no entanto as três formas mais importantes da sílica cristalina, do ponto de vista da saúde ocupacional são o quartzo, a tridimita e a cristobalita.

Quartzo é a forma termodinamicamente estável da sílica cristalina nas condições ambientais, enquanto que as outras formas existem num estado metaestável. A tridimita e cristobalita são formadas sob altas temperaturas, enquanto coesita e stishovita são formadas sob altas pressões.

Como já foi dito anteriormente, a sílica encontra-se, normalmente, no estado cristalino, mas também pode ocorrer no estado amorfo (não cristalino). Um estado menos comum da sílica é o estado vítreo. [32]

#### **2.3.2.1. Sílica Cristalina**

A sílica cristalina é rígida, quimicamente inerte e tem um elevado ponto de fusão. Estas qualidades são muito apreciadas para várias utilizações industriais.

Sendo assim, a sílica cristalina é um componente essencial de materiais que têm uma diversidade de utilizações na indústria e que são um componente vital de diversos objectos que utilizamos no dia-a-dia. É impossível imaginar casas sem tijolos, argamassa ou janelas, carros sem motores ou pára-brisas ou a vida sem estradas ou outras infra-estruturas de transportes e artigos de uso diário feitos de vidro ou cerâmica.

O quartzo é, de longe, a forma mais comum de sílica cristalina. É o segundo mineral mais comum na superfície terrestre e encontra-se em quase todos os tipos de rochas, ou seja, ígneas, metamórficas e sedimentares. Por ser tão abundante, o quartzo está presente em quase todas as operações mineiras. Independentemente das actividades industriais, a sílica cristalina respirável está presente no ambiente.

O quadro seguinte indica os níveis típicos de sílica cristalina "livre" em determinadas fontes minerais, mas note-se que estes valores variam.



**Tabela 3** – Valores típicos de sílica cristalina “livre” em diferentes fontes minerais. [4]

Fontes minerais	Percentagem de sílica cristalina
Bola de argila	5-50%
Basalto	Até 5%
Diatomito natural	5-30%
Dolerito	Até 15%
Sílex	Superior a 90%
Granito	Até 30%
Arenito	Superior a 80%
Minérios de ferro	7-15%
Calcário	Normalmente até 1%
Quartzito	Superior a 95%
Areia	Superior a 90%
Arenito	Superior a 90%
Xisto	40-60%
Ardósia	Até 40%

A cristobalita e a tridimita não abundam na Natureza. No entanto, encontram-se em algumas rochas ígneas. No contexto industrial, a cristobalita também é obtida pelo aquecimento do quartzo (a temperaturas superiores a 1400°C), por exemplo, durante a produção e utilização de materiais refractários. A cristobalita também é formada pelo aquecimento da sílica amorfa ou sílica vítrea a temperaturas elevadas. [4]

A sílica cristalina “livre” inalada a partir de exposições ocupacionais é carcinogénica para humanos segundo a IARC, estando inserida na “categoria 2A” (substâncias com menor evidência de efeitos cancerígenos para ser humano mas que em estudos feitos com animais revelam evidência inequívoca de ser mutagénicos – agentes cancerígenos prováveis). [33]

### 2.3.2.2. Sílica Amorfa

Na sua forma amorfa a sílica é utilizada como dessecante, adsorvente, carga ou componente catalisador.

A sílica amorfa de origem natural pode ocorrer como: opala, sílica biogénica, definida como qualquer sílica proveniente de matéria orgânica, tendo como fontes conhecidas as bactérias, os fungos, as algas, as esponjas e as plantas; terras diatomáceas – produtos geológicos da decomposição de organismos unicelulares com carapaça silicosa; Silícias vítreas, produzidas pela fusão de materiais que contêm silício, seja de origem vulcânica ou resultado do impacto de meteoritos

A sílica amorfa está inserida na categoria 3 da lista de substâncias cancerígenas que se referem a substâncias que apresentam “evidências inadequadas” relativamente ao carácter cancerígeno em estudos com animais para as terras diatomáceas e para as sílicas amorfas sintéticas.

De acordo com a IARC a sílica amorfa não está tão bem estudada e documentada como a sílica cristalina, considerando no entanto que a sílica amorfa é em geral menos tóxica e que é removida com maior rapidez do pulmão que a sílica cristalina. [33]

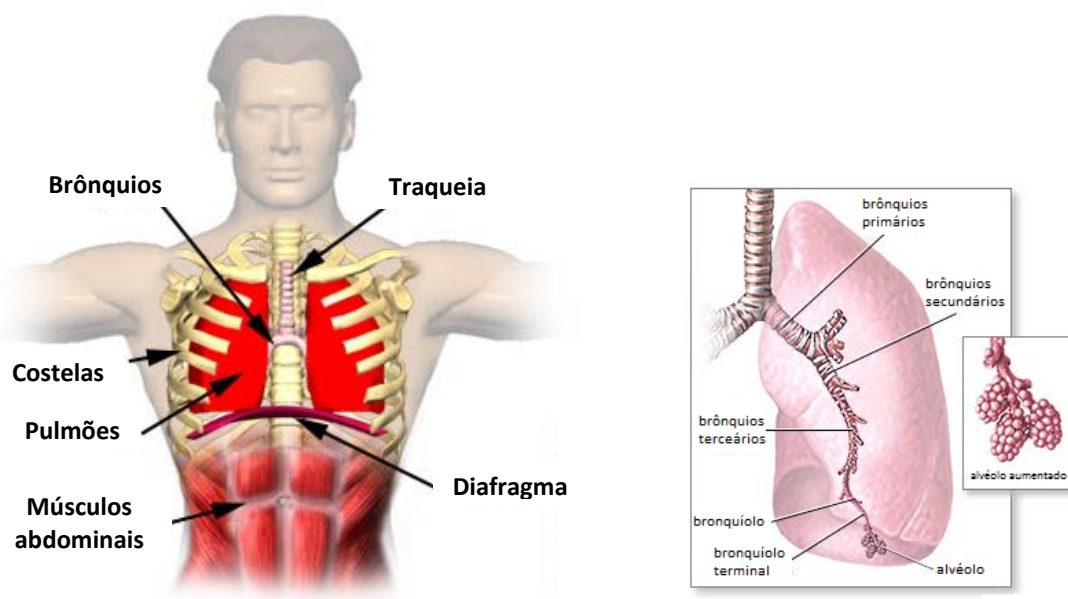
### **2.3.3. Sílica cristalina respirável – Exposição Ocupacional**

O grupo de trabalho da IARC efectuou vários estudos epidemiológicos, em diversos ramos de actividades onde existe a presença dessa substância, verificando-se que um silicótico possui 1,5 a 6,0 vezes mais risco de adquirir cancro de pulmão do que um não silicótico. O grupo de trabalho da IARC chegou à conclusão que as evidências obtidas neste estudo foram o bastante para confirmar o aumento do cancro do pulmão com a inalação de sílica livre cristalina, em função de exposição ocupacional. [33]

Alguns autores acreditam que os resultados dos estudos que estabelecem as relações acima são inconsistentes. Estudos negativos não têm sido considerados, e inúmeros estudos que visam prover evidências para a carcinogenicidade da sílica têm significado metodológico fraco. A sílica seria um carcinogénico pulmonar somente em ratos. Dados em humanos demonstrariam uma falha de associação entre cancro de pulmão e a exposição à sílica cristalina. [34]

Quando as poeiras são inaladas, o local onde se depositam no sistema respiratório humano depende bastante da diversidade de tamanho das partículas presentes nas poeiras. Existem três fracções de poeiras que são alvo de preocupação: as fracções de poeiras inaláveis, torácicas e respiráveis, que são definidas na norma Europeia EN 481. [35]

No caso da sílica cristalina, é a fracção respirável que é alvo de maiores preocupações devido às suas consequências para a saúde.



**Figura 4** – Esquema do sistema respiratório e um pulmão em pormenor.

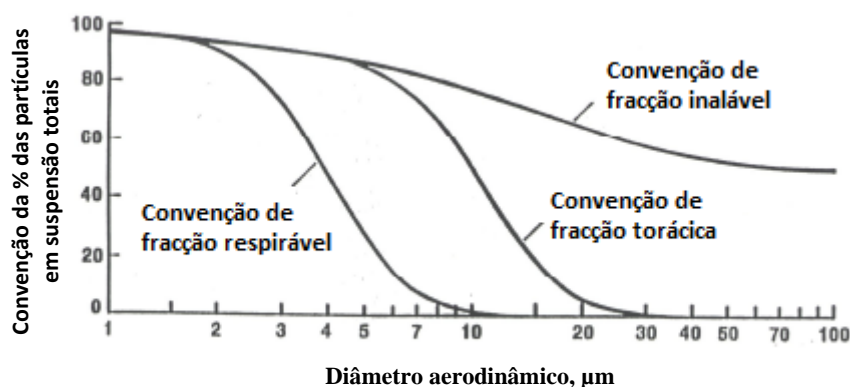
As fracções de poeiras inaláveis, torácicas e respiráveis podem ser definidas da seguinte forma:

- *Fracção de particulado inalável* é aquela fracção de uma nuvem de poeira suspensa no ar que pode entrar pelo nariz ou pela boca. É composta por partículas menores que 100  $\mu\text{m}$ , sendo capaz de penetrar em várias regiões do trato respiratório, à medida que seu tamanho diminui, até chegar aos alvéolos. Essa fracção da poeira pode ser absorvida pelo corpo e causar efeitos sistémicos, dependendo de sua toxicidade, quando a partícula é solúvel nos fluidos do corpo, ou pode causar um efeito directo no local da deposição.

- *Fracção de particulado torácico* é uma subfracção da fracção inalável composta por partículas menores que  $25\text{ }\mu\text{m}$ , podendo penetrar nas vias aéreas superiores e entrar nas vias aéreas dos pulmões. Esta fracção da poeira é responsável por efeitos locais, como broncoconstrição, asma, agravamento de bronquite crónica ou indução de tumores broncogénicos.
- *Fracção de particulado respirável* é uma subfracção da fracção torácica do ar inalado composta pelas partículas menores que  $10\text{ }\mu\text{m}$ , sendo capaz de penetrar além dos bronquíolos terminais, entrando na região alveolar. A amostragem da fracção respirável é sugerida quando a poeira é insolúvel e a doença está associada com a região de troca de gases do pulmão, como as doenças fibrogénicas ou enfisema pulmonar. [36]

A Organização Europeia de Normalização (CEN) e a Organização Internacional de Normalização (ISO) acordaram e estabeleceram convenções normalizadas para a amostragem de poeiras e aerossóis relacionadas com a saúde nos locais de trabalho (ISO 7708). [37]

O gráfico seguinte indica a probabilidade de uma partícula com um diâmetro aerodinâmico específico penetrar nas diferentes partes do sistema respiratório humano.



**Figura 5** – Percentagem de partículas em suspensão totais em função do diâmetro aerodinâmico, para cada fracção de poeiras.

A exposição profissional à sílica cristalina respirável pode ocorrer em diversas indústrias, incluindo exploração de pedreiras, de minas, processamento de minerais (por ex. secagem, trituração, ensacamento e manuseamento), trabalhos com ardósia, britagem e preparação de pedras, trabalhos de fundição, fabrico de tijolos e telhas, alguns processos de refracção, trabalhos de construção, incluindo trabalhos com pedra, betão, tijolo e alguns painéis de isolamento, abertura de túneis, restauração de edifícios ou nas indústrias da olaria e cerâmica.

No trabalho, as pessoas raramente estão expostas à sílica cristalina pura. As poeiras respiradas no local de trabalho normalmente são compostas por uma mistura de sílica cristalina e outros materiais. [4]

É conhecida a contaminação do quartzo por iões inclusos na sua rede cristalina, sendo os mais comuns o alumínio, ferro, germânio, lítio, magnésio, sódio e potássio. Estudos indicam que esta oclusão pode aumentar ou diminuir sua toxicidade. A toxicidade da sílica é maior quando o elemento estranho é o ferro (ou arsénio, berílio, cádmio, cobre, cobalto, mercúrio, chumbo e níquel), e menor quando ele é o alumínio. [38] [39] [40] [41]

A resposta de um indivíduo pode depender:

- a) da natureza (por ex., tamanho e composição química superficial da partícula) e do conteúdo de sílica cristalina na poeira.

As diferentes estruturas dos polimorfos têm propriedades diferentes como solubilidade, características de clivagem, morfologia e propriedades de superfície das partículas, que podem influenciar na resposta biológica à sílica cristalina. Também a composição dos polimorfos pode modificar a resposta biológica, devido à presença de quantidades significativas de impurezas. [42]

Partículas de sílica cristalina com superfície recém-fracturada são mais tóxicas para células do pulmão que partículas com superfície definida há algum tempo. [43]

- b) da fracção da poeira - da extensão e natureza da exposição individual (duração, frequência e intensidade, que podem ser influenciadas pelos métodos de trabalho).
- c) das características fisiológicas individuais - dos hábitos de consumo de tabaco.

#### **2.3.4. Valor limite de exposição**

Não existe em Portugal nenhum valor limite de exposição (VLE) obrigatório de fazer cumprir. O DL 290/2001 não apresenta nenhum valor limite para a sílica cristalina respirável. Apenas a NP 1796:2007 indica que o VLE para a sílica cristalina respirável (na forma de quartzo, cristobalita e tridimita) é de 0,05 mg/m<sup>3</sup>.

Segundo o Instituto Português da Qualidade (IPQ), por definição, as NP são em princípio voluntárias, salvo se existe um diploma legal que as torne de cumprimento obrigatório. [44]

#### **2.4. Sector da Fundição**

Os objectos em metal mais antigos conhecidos até agora datam de 10 000 anos a.C. Eram pequenos enfeites feitos de cobre nativo e batidos no formato desejados. No período de 5000-3000 a.C. aparecem os primeiros trabalhos com cobre fundido sendo os moldes feitos de pedra escavada. Na sequência inicia-se a Era do Bronze. O processo de fundição de ferro tem lugar na China em 600 a.C., sendo que o processo de fundição em aço é bem mais recente, em 1740, atribuído ao inglês Benjamin Huntsman. [45]

Apesar de ser uma tecnologia milenar, a fundição tem conhecido, desde o início do século XX, um rápido desenvolvimento, sendo hoje um dos processos mais utilizados na produção de componentes metálicos para as mais diversas aplicações, estimando-se que 90% de todos os equipamentos, ferramentas e utensílios existentes incorporam peças fundidas. [46]

A tecnologia de conformação por fundição é muito versátil, pois tanto se pode fabricar peças de gramas, como as placas dentárias, ou de toneladas, como os blocos de motor diesel de navios. [47]

O objectivo fundamental da fundição é o de dar forma geométrica adequada ao metal, vertendo-o no estado fundido dentro de uma cavidade feita no interior de uma moldação (conjunto de elementos em materiais apropriados que definem o molde), para após solidificação se obter a peça moldada.

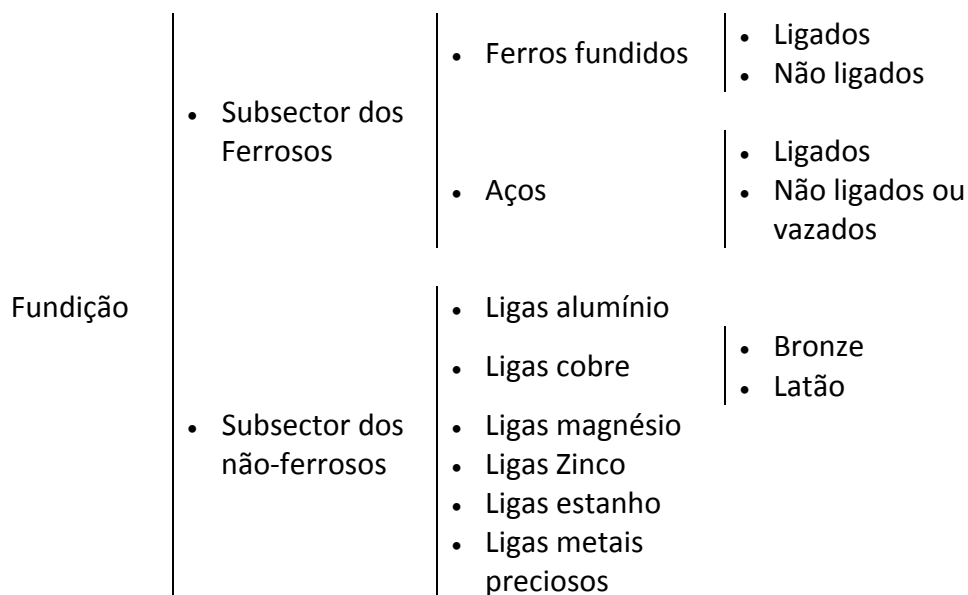
É possível apontar uma série de factores responsáveis pela utilização generalizada dos diferentes processos de fundição:

- Utilização de matérias-primas e subsidiárias relativamente abundantes na superfície terrestre – esta é uma das razões pelas quais a fundição é praticada desde a antiguidade;
- Baixos custos de fabrico quando comparados com outros processos industriais;
- Possibilidade de obtenção de peças de volumes e pesos muito diferentes, desde poucos gramas a mais de cem toneladas;
- Possibilidade de obtenção de peças com grande complexidade geométrica;
- Possibilidade de fundição de praticamente qualquer tipo de liga metálica;
- Viabilidade económica, na maioria dos casos, para qualquer quantidade de peças a fabricar. [48]

Os principais sectores cliente da indústria da fundição são:

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| • Indústria automóvel e aeronáutica; | • Distribuição de águas e saneamento;             |
| • Indústria eléctrica e electrónica; | • Válvulas e acessórios;                          |
| • Indústria metalomecânica;          | • Mobiliário urbano;                              |
| • Material circulante;               | • Utensílios de decoração;                        |
| • Material de desgaste;              | • Joalharia;                                      |
| • Indústria química;                 | • Mobiliário doméstico e de casa de<br>banho. [4] |

A indústria portuguesa de fundição dispõe de empresas nos subsectores apresentados na figura seguinte.



**Figura 6** – Subsectores da industria de fundição. [49]

### 2.4.1. O Processo

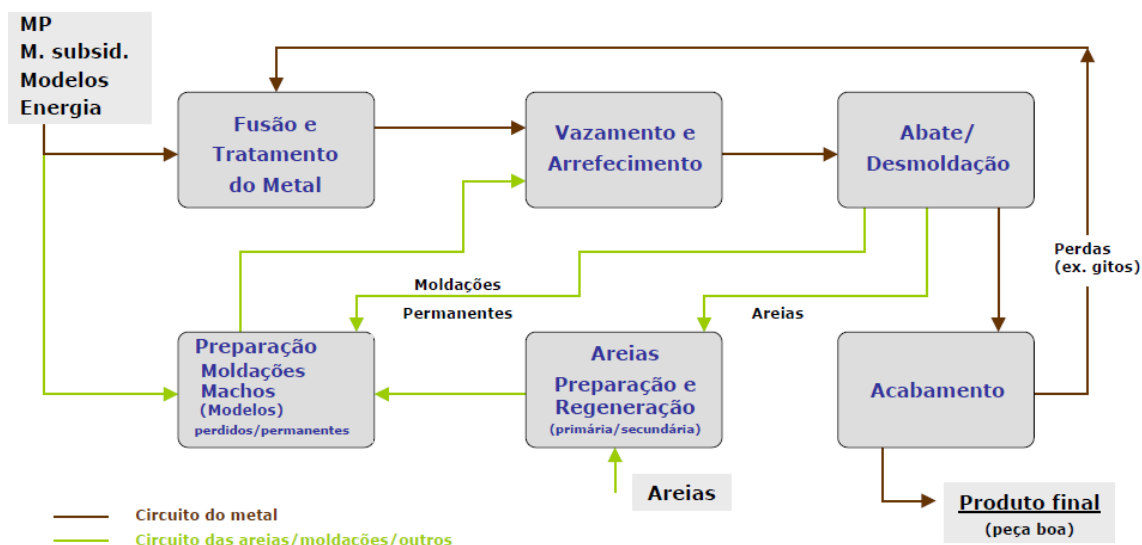
Na figura seguinte é apresentado um fluxograma com as operações típicas de uma empresa de fundição:



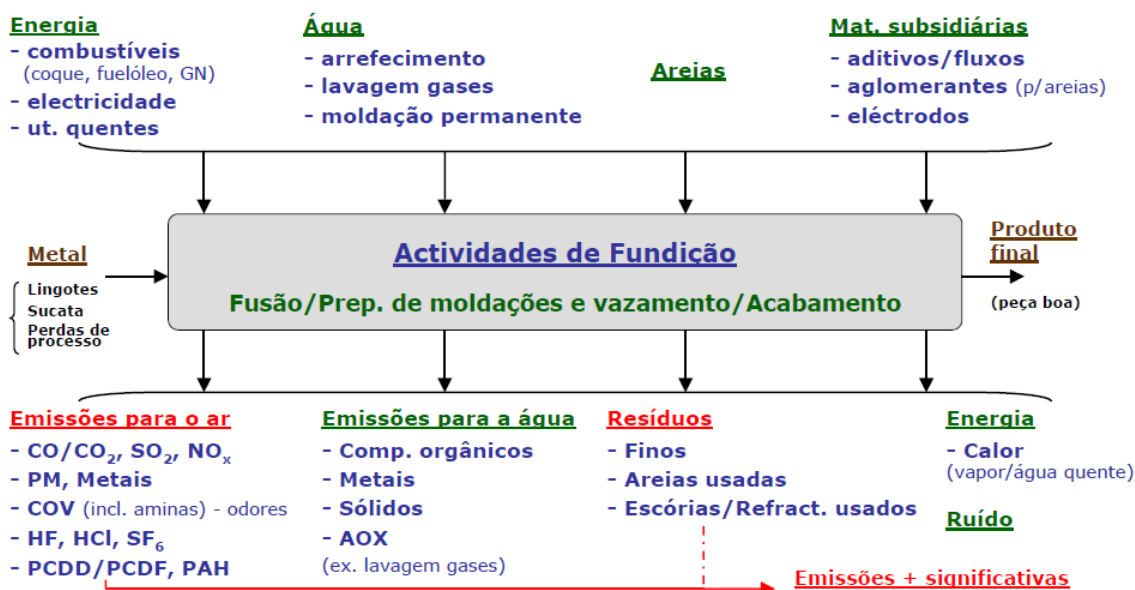
**Figura 7** – Fluxograma de processos e operações típicos numa fundição. [49]



Nas figuras seguintes são apresentados um diagrama de processo de uma fundição e um esquema de entradas e saídas num processo de fundição.



**Figura 8** – Diagrama de processo típico de uma fundição. [50]



**Figura 9** – Entradas e saídas de um processo de fundição (moldação permanente). [50]

O resumo das principais tecnologias empregues por liga está exposto no seguinte quadro.

**Tabela 4** – Principais técnicas empregues por processo e por liga. [49]

Sector/ Família	Fusão	Moldação	Fabrico machos	Vazamento
<b>Ferrosos</b>				
Aços	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forno de arco</li> <li>Forno de indução</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em areia verde</li> <li>Em areia de machos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Furânico</li> <li>Fenólico</li> <li>Cold-Box</li> <li>Silicato sódio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colher bica</li> <li>Colher pelo fundo</li> </ul>
Ferros Fundidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forno de indução</li> <li>Forno rotativo (gás)</li> <li>Cubilote</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em areia verde</li> <li>Em areia machos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Furânico</li> <li>Fenólico</li> <li>Cold-Box</li> <li>Silicato sódio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colher bica</li> <li>Colher sifão</li> </ul>
<b>Não Ferrosos</b>				
Ligas de Alumínio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forno de cadinho a gás</li> <li>Forno de revérbero a gás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em areia</li> <li>Fundição em coquilha</li> <li>Fundição injectada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em areia silicato sódio</li> <li>Metálicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colher de bica</li> <li>A partir de forno</li> </ul>
Ligas de Cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forno de cadinho a gás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em areia</li> <li>Fundição em coquilha</li> <li>Fundição injectada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em areia silicato de sódio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colher de bica</li> <li>A partir de forno</li> </ul>
Ligas de Estanho	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forno de cadinho a gás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em areia</li> <li>Fundição em coquilha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não aplicável</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colher de bica</li> <li>A partir de forno</li> </ul>

## 2.4.2. Fundição em números

### 2.4.2.1 Empresas

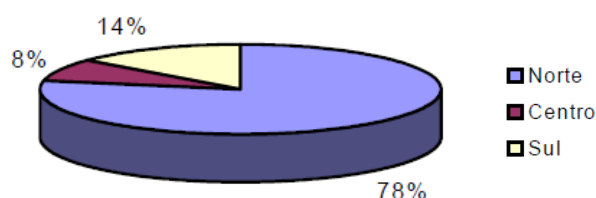
Convém fazer um reparo quanto ao número exacto de empresas do sector, dado que existem situações em que o objecto principal da actividade pode ser metalomecânica na qual existe uma pequena oficina de fundição.

Os gráficos e quadros que em seguida se apresentam, provenientes das estatísticas oficiais do CAEF (Comité das Associações Europeias de Fundição) e dizem respeito às empresas estruturadas como fundições.

O número de empresas nacionais de fundição, em 2005, representava cerca de 1,95% (3,5% em 2000) do total das empresas de fundição europeias. A sua distribuição é a que apresentamos no quadro seguinte.

**Tabela 5** – Número de fundições portuguesas (2005). [51]

Tipos de Liga	Portugal	U.E.
Ferrosos	60	2.417
Não Ferrosos	38	2.613

**Figura 6** – Distribuição nacional das empresas de fundição (2000). [51]

#### 2.4.2.2 Produção

As produções estimadas para cada sector apresentam-se no quadro seguintes. Resumidamente pode dizer-se que a produção nacional subiu ao longo do período de 2002 a 2005. No sector de ferrosos, esse acréscimo fez-se à custa do ferro nodular. No sector de não ferrosos, à custa das ligas de alumínio e cobre.

**Tabela 6** – Produções Subsectoriais e Totais (2002 a 2005). [51]

Produção Total Nacional Ligas Ferrosas e Não Ferrosas (Mil/Ton)				
Tipos de Liga	2002	2003	2004	2005
Ferro Cinzento FC	32,40	39,30	28,60	27,29
Ferro Nodular FN	53,60	53,00	52,80	69,80
Aço	10,60	10,50	11,70	12,10
<b>Total Ferrosos</b>	<b>96,60</b>	<b>102,80</b>	<b>93,10</b>	<b>109,19</b>
Alumínio Al	17,50	19,50	19,75	20,10
Cobre Cu	6,00	6,00	7,80	8,70
Magnésio Mg	0,25	0,30	0,30	0,15
Zinco Zn	1,85	1,20	1,30	0,90
<b>Total Não Ferrosos</b>	<b>25,60</b>	<b>27,00</b>	<b>29,15</b>	<b>29,85</b>
<b>Total (F e NF)</b>	<b>122,20</b>	<b>129,80</b>	<b>122,25</b>	<b>139,04</b>

A produção nacional correspondeu em 2005 a 0,88% da produção Europeia, tendo diminuído relativamente a dados de 2000, em que correspondia a 0,97%.

**Tabela 7** – Produção Europeia em 2005 (Mil/ton). [51]

Tipos de Liga	Portugal	U.E.	%Nacional
Ferrosos	109	12.477	0,87
Não Ferrosos	30	3.277	0,90
Total	139	15.754	0,88

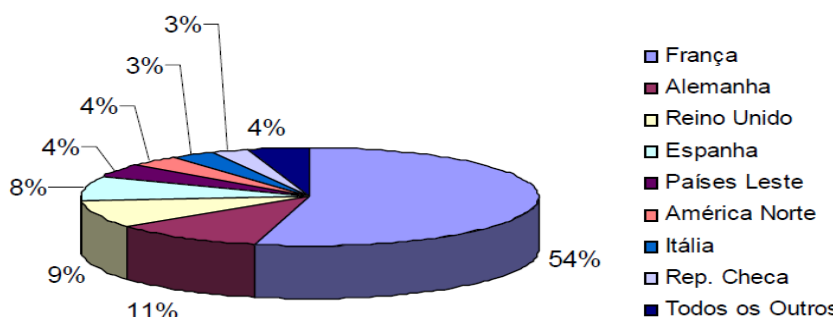
A fundição portuguesa típica é de pequenas séries, necessariamente com menor produtividade. O valor da facturação em milhões de euros, nos últimos quatro anos, está apresentado na próxima tabela.

**Tabela 8** – Facturação do sector em Portugal, 2002 a 2005 (€x10<sup>6</sup>). [51]

Tipos de Liga	2002	2003	2004	2005
Ferro Cinzento	44,00	46,00	36,30	39,45
Ferro Nodular	77,00	77,02	74,60	107,70
Aço	33,00	27,10	29,10	28,54
Total Ferrosos	154,00	150,12	140,00	175,69

#### 2.4.2.3. Exportação

O sector de fundição é tipicamente exportador, sendo a França o grande cliente nacional:



**Figura 7** – Países de exportação do sector (2005). [51]

**Tabela 9** – Exportação no sector de fundição, 2002 a 2005 (Mil ton). [51]

Tipos de Liga	2002	2003	2004	2005
Ferro Cinzento	17,40	23,50	17,90	17,90
Ferro Nodular	44,00	42,60	42,50	55,70
Aço	7,70	6,50	9,70	10,00
Total Ferrosos	69,10	72,60	70,10	83,60
Total Não Ferrosos	18,40	19,40	21,00	21,00
Total (F + NF)	87,50	92,00	91,10	104,60

#### 2.4.2.4. Emprego

Estima-se que o sector ocupa directamente cerca de 3610 pessoas (4080 em 2000), distribuídas de acordo com o quadro seguinte:

**Tabela 10** – Número de empregos no sector metalúrgico (2005). [51]

Tipos de Liga	Postos Directos	População Total
Ferrosos	2.260	4.750
Não Ferrosos	1.350	2.300
Total	3.610	7.050

Na união europeia no ano 2000 estima-se que o sector ocupava directamente cerca de 173000 postos de trabalho. Esse número deve ter aumentado devido ao aumento do número de fundições europeias (3550 em 2000 para 5030 em 2005). [51]

### 2.5. Acordo Social

A saúde e a segurança no local de trabalho representam hoje uma das vertentes mais importantes e avançadas da política social da União e, neste domínio, a acção comunitária não se limita à legislação. Com efeito, as instituições europeias levam a efeito numerosas actividades de informação, orientação e promoção de um ambiente de trabalho seguro e saudável em colaboração com a Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho e a Fundação Europeia para a Melhoria das Condições de Vida e de Trabalho. [52]

É neste contexto que surge o Acordo relativo à protecção da saúde dos trabalhadores através da utilização e manuseamento correctos de sílica cristalina e produtos contendo sílica cristalina, ou simplesmente SDA (*Social Dialogue Agreement*), coordenado pelo organismo NEPSI (*European Network for Sílica*), cujas negociações tiveram início a 1 de Setembro de 2005 e prolongaram-se até 2 de Fevereiro de 2006, tendo o Acordo sido assinado, pelos representantes de 14 sectores industriais a nível europeu, entre os quais a fundição, em Abril de 2006, com entrada em vigor em Outubro desse mesmo ano.

O acordo foi assinado por 17 organizações, sendo um dos signatários o Comité das Associações Europeias de Fundição (CAEF) que integra como um dos seus membros associados a Associação Portuguesa de Fundição (APF). Este acordo apesar de ter sido assinado apenas por estas organizações, mantém-se aberta a organizações que no futuro queiram também assinar este Acordo.

Em traços gerais, neste acordo ficou estabelecido que é da responsabilidade de todos a protecção da saúde daqueles que no seu trabalho diário se encontram expostos à sílica, devendo ser estabelecidas estratégias de prevenção que passam por:

- Identificar a exposição potencial;
- Caracterizar o posto de trabalho;
- Avaliar a exposição;
- Implementar medidas de prevenção;
- Promover a formação, consulta e participação dos trabalhadores;
- Controlar as operações e medidas de prevenção implementadas;
- Medir periodicamente a concentração;
- Promover a vigilância médica dos trabalhadores. [6]

### **2.5.1. Âmbito**

O Acordo aborda a produção e utilização de sílica cristalina e materiais/produtos/matérias-primas contendo sílica cristalina potencialmente causadores de exposição a sílica cristalina respirável.

O âmbito do Acordo inclui actividades suplementares relacionadas com o manuseamento, armazenamento e transporte dos produtos contendo sílica cristalina potencialmente causadores de exposição à sílica cristalina respirável. O presente documento também é aplicável a postos de trabalho móveis. [6]

### **2.5.2. Objectivos**

O objectivo principal deste Acordo é a protecção da saúde dos trabalhadores, baseado no reconhecimento da perigosidade da inalação das poeiras respiráveis da sílica cristalina, para os trabalhadores a ela expostos, podendo provocar silicose, pelo que, urge tomar medidas:

- Minimização com vista à prevenção, eliminação ou redução do risco na sua utilização, pela via da aplicação de boas práticas de trabalho associadas aos diferentes processos de fabrico – medidas de protecção colectiva;
- Utilizar os meios de protecção individual adequados, para minorar os efeitos da exposição.

Este acordo também visa ainda o aprofundamento dos conhecimentos actuais sobre os potenciais riscos para a saúde da sílica cristalina respirável e sobre boas práticas. [6]

### **2.5.3. Incumprimento do acordo**

Neste Acordo, as Partes concordam que a sílica cristalina e os materiais/produtos/matéria-prima que contêm sílica cristalina são componentes/ingredientes básicos, úteis e, muitas vezes, indispensáveis de um grande número de actividades industriais e outras, contribuindo para a protecção de postos de trabalho e garantindo o futuro económico de sectores e empresas cuja produção e utilização de grande escala deve prosseguir.

Em caso de incumprimento do Acordo pelas partes envolvidas, a União Europeia legislará sobre a matéria, sendo expectáveis a imposição de limites de exposição e condições de utilização da sílica muito restritivas. [6]

#### **2.5.4. Guia de Melhores Práticas**

O Guia de Melhores Práticas para a Protecção dos Trabalhadores através do Correcto Manuseamento da Sílica Cristalina e Produtos Relacionados, publicado pelo NEPSI, constitui um anexo do SDA e é o resultado de uma compilação de conhecimentos e informações sobre a gestão da sílica cristalina respirável existentes em sectores que produzem e/ou utilizam produtos ou matérias-primas que contêm sílica cristalina. A publicação deste guia é um contributo da indústria (entidades empregadoras e colaboradores) para a protecção dos trabalhadores de possíveis exposições à sílica cristalina respirável no local de trabalho.

O objectivo deste guia é oferecer aos produtores e utilizadores de produtos e materiais que contêm sílica cristalina uma orientação sobre a aplicação prática de um programa para gerir a sílica cristalina respirável e orientação sobre a utilização segura de produtos que contenham sílica cristalina respirável no local de trabalho.

Este guia é dinâmico e foca os aspectos considerados mais significativos. Apesar de abrangente, não foi possível abordar detalhadamente todas as áreas alvo de preocupações.

A aplicação do Acordo Europeu de Diálogo Social no âmbito da Sílica Cristalina Respirável baseia-se numa avaliação de riscos por parte da entidade empregadora com vista à redução dos acidentes de trabalho e das doenças profissionais. As fases de uma avaliação de riscos estão descritas de seguida. [5]

#### **2.6. Avaliação de Riscos**

O Decreto-Lei 290/2001, de 16 de Novembro, considera que o empregador deve identificar os agentes químicos associados às actividades profissionais desenvolvidas. Daqueles agentes o empregador deverá avaliar o risco da exposição, relativamente aos agentes que forem classificáveis como agentes químicos perigosos.



Do ponto de vista organizativo o diploma estabelece ainda que aquela avaliação deve constar de documento escrito. Este documento é susceptível de actualização designadamente nas seguintes condições:

- Quando alterações na empresa o tornem desactualizado;
- Quando seja ultrapassado um VLE, um valor limite biológico ou quando os resultados de vigilância da saúde o justifiquem. [53]

A avaliação e identificação de riscos constitui um dos princípios de prevenção consagrados no artigo 272.º da Lei n.º 99/2003, de 27 de Agosto, que aprovou o Código do Trabalho, devendo o empregador proceder à identificação e avaliação dos riscos previsíveis aquando da concepção das instalações, locais e processos de trabalho, bem como no decurso da actividade da empresa, estabelecimento ou serviço. [54]

Decorre também do artigo 240.º da Lei n.º 35/2004, de 29 de Julho, que regulamentou o Código do Trabalho, que uma das actividades principais dos serviços de segurança, higiene e saúde no trabalho, independentemente da modalidade de organização adoptada (interna, externa ou interempresas), consiste na identificação e avaliação dos riscos para a segurança e saúde nos locais de trabalho.

No entanto, a lei não indica a metodologia a adoptar nesta identificação e avaliação, o que significa que compete ao técnico superior de segurança e higiene do trabalho a escolha do método que considere adequado face à realidade que pretende avaliar. [55]

### **2.6.1 Definição e conceitos**

Genericamente, pode considerar-se que uma *Avaliação de Risco* não é mais do que um exame cuidadoso, realizado nos locais de trabalho, de forma a detectar os componentes, aí existentes, capazes de causar dano(s) ao(s) trabalhador(es) expostos.

Na prática, trata-se de um *processo dinâmico* que reúne um duplo objectivo:

- Estimar a *Gravidade* (magnitude) que um determinado risco pode ter para a saúde e segurança dos trabalhadores, no trabalho, resultante das circunstâncias em que o perigo pode ocorrer.
- Obter, na sequência do objectivo anterior, a informação necessária para que o empregador reúna condições para uma tomada de decisão apropriada, nomeadamente informação sobre a necessidade e o tipo de medidas preventivas a adoptar. [56] [57] [58]

A norma NP 4397 indica que a *Avaliação de Risco* pode ser encarada como uma ferramenta muito útil à tomada de decisões, fazendo mesmo parte integral de qualquer sistema de gestão. [59]

Alguns autores consideram a *Avaliação de Risco* como sendo a componente essencial para a concretização das fases de planeamento e implementação, previstas nos Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST). [60]

Para outros, na *Avaliação de Risco* pretende-se conhecer em que medida uma dada situação de trabalho é segura, ou por outras palavras, pretende-se objectivar se o *Nível de Risco* é aceitável ou se outras medidas de controlo devem ser postas em prática para o controlar e reduzir o risco. [61] [58]

A *Avaliação de Risco* deverá ser realizada periodicamente, para que qualquer alteração, quer em termos de produto, quer em termos de processo, não desencadeie novas situações de perigo, possibilitando, assim, um acompanhamento progressivo e adequado dos mesmos. [62]

Subjacente à noção de *Avaliação de Risco* existem dois conceitos importantes a distinguir: o de *Perigo* e o de *Risco*.

### 2.6.1.1. Perigo

De acordo com a norma NP 4397, o perigo é entendido como fonte ou situação com um potencial para o dano, em termos de lesões ou ferimentos para o corpo humano ou de danos para saúde, para o património, para o ambiente do local de trabalho, ou uma combinação destes. [59]

O *Perigo* refere-se à propriedade ou capacidade intrínseca de uma coisa (materiais, equipamentos, métodos e práticas de trabalho, etc.) potencialmente causadoras de danos (seja sobre as pessoas ou no ambiente). [56] Estes danos podem ser em termos de lesões ou ferimentos para o corpo humano, de danos para a saúde, de danos para o ambiente do local de trabalho ou uma combinação destes. [63]

O perigo significa ainda qualquer coisa que pode causar dano/ferimento (produto químico, electricidade,...). [64] Também pode ser definido como sendo é um acto ou um fenómeno que possui potencial para produzir dano. [65] O perigo refere-se à fonte do risco e é uma qualquer situação, física ou objecto, que tem potencial para causar dano nas pessoas. [66]

### 2.6.1.2. Risco

O *Risco* é entendido como uma combinação da *Probabilidade* e da(s) consequência(s) da ocorrência de um determinado acontecimento perigoso . [59] [61]

Também se pode definir o *Risco como sendo Probabilidade*, elevada ou baixa, de que alguém irá ser ferido pelo perigo. [64]

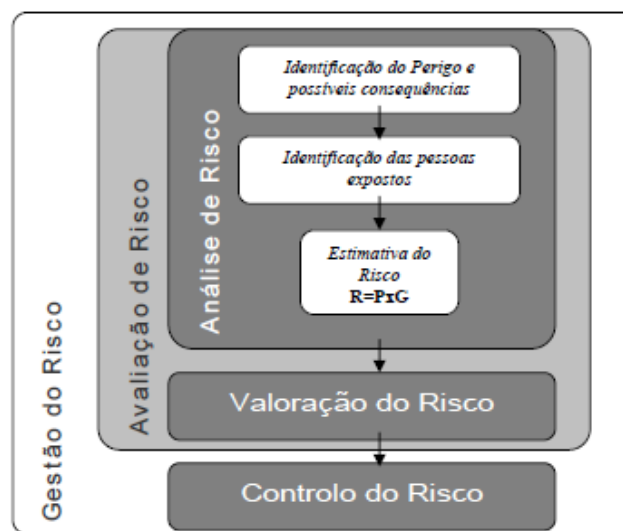
O *Risco* também pode ser definido através das seguintes expressões:

- combinação de incerteza e de dano;
- razão entre o perigo e as medidas de segurança;
- combinação entre o evento, a Probabilidade e suas consequências. [67]

Para outros autores, o risco é o resultado de uma relação estabelecida entre o perigo e as medidas de prevenção e de protecção adoptadas para o controlar, já que, à medida que os níveis de segurança aumentam, a *Probabilidade* do perigo se transformar em risco, diminui. [62]

### 2.6.2 Fases da Gestão de Risco

Por Gestão de Risco entende-se o conjunto da avaliação do risco e do controlo do risco que compreende a aplicação sistemática de políticas de gestão, procedimentos e práticas de trabalho para analisar, valorar e controlar o risco. A Figura seguinte esquematiza o processo de gestão do risco.



**Figura 8** – Fases de um processo de gestão de risco profissional. [58]

A *Avaliação de Risco* deve compreender *duas* fases:

- A *Análise de Risco*, que visa determinar a *Magnitude do risco*;
- A *Valoração do Risco*, que visa avaliar o significado que o risco assume. [60] [58]

#### 2.6.2.1. Análise de Risco

A *Análise de Risco*, tem por objectivo uma análise pormenorizada, através da decomposição detalhada do objecto que foi seleccionado para alvo de avaliação (uma simples tarefa, um local, um equipamento, uma situação, uma organização ou até o próprio sistema...), visando:

- a caracterização dos riscos;
- o seu modo de desenvolvimento;
- a probabilidade de ocorrência;
- a sua extensão;
- e o potencial danoso.

Neste sentido, a concretização da *Análise de Risco* deve compreender 3 etapas, como se pode visualizar na Figura anterior:

- Identificação do perigo e possíveis consequências;
- Identificação das pessoas expostos;
- Estimativa do risco. [58]

#### **2.6.2.2. Valoração do Risco**

A valoração do risco corresponde à fase final da *Avaliação de Risco* e visa comparar a *Magnitude do risco* com padrões de referência e estabelecer o grau de aceitabilidade do mesmo. Nesta fase deve reunir-se informação que permita:

- Avaliar as medidas de controlo implementadas;
- Priorizar as necessidades de implementação de medidas de controlo;
- Definir as acções de prevenção/correção a implementar.[58]

O resultado desta fase deve permitir a definição das acções de melhoria, que podem assumir carácter de curto ou longo prazo. [62]

A noção de *aceitabilidade do risco* assume alguma ambiguidade na literatura consultada, já que, para uns vem referida como sendo sinónimo de risco tolerável. [58] Enquanto que para outros, estes dois termos devem ser diferenciados. [69] [70]

A *aceitabilidade* corresponde ao risco de acidente ou falha que os actores de um sistema aceitam incorrer conscientemente, apesar de se dispor de soluções conhecidas ou potenciais que, sem dúvida, podem ainda reduzir esse risco. No entanto, tais soluções contêm um agregado de inconvenientes que levam à sua renúncia (tais como o seu custo, o desempenho, a qualificação das pessoas,...). [58]

A tolerabilidade ou não tolerabilidade resulta no essencial da avaliação entre o custo do controlo dos riscos e os benefícios daí resultantes, pensamos que a noção de aceitabilidade do risco é então comparável à noção de tolerabilidade, ou seja, de risco tolerável. Ainda de acordo com o mesmo autor o custo é tolerável se a redução do risco não for possível tecnicamente ou se o seu custo for desproporcionado em relação ao benefício obtido. [69]

Em síntese, a valoração do risco, em particular no domínio da Segurança, refere-se a um processo de definição qualitativa, o que envolve uma dimensão de considerável subjectividade. [62]

### **2.6.3. Etapas da análise de risco**

#### **2.6.3.1. Identificação do perigo e possíveis consequências**

Na identificação do perigo pretende-se verificar que perigos estão presentes numa dada situação de trabalho e suas possíveis consequências, em termos dos danos sofridos pelos trabalhadores sujeitos à exposição desses mesmos perigos.

A identificação das possíveis consequências pode assumir abordagens diversas consoante os objectivos definidos. Assim, a identificação das possíveis consequências decorrentes da exposição ao perigo pode recair na:

- avaliação de *Quem*;
- avaliação dos *Efeitos*, em termos físicos, da *Severidade* ou *Gravidade* do dano causado. [66]

Existem dois tipos de Risco: Risco Individual e Risco Social. Entendem por Risco Individual a *Frequência* com que um indivíduo espera sofrer um dado nível de dano como consequência da realização de um determinado perigo e por Risco Social a relação entre a *Frequência* e o número de pessoas atingidas devido a um nível específico de dano, numa dada população, como consequência da realização do perigo. [71]

Acrescentam ainda, que os riscos Individuais e Sociais são diferentes formas de apresentação da mesma combinação de *Frequência* e *Consequência* (ou seja, *Probabilidade* e *Gravidade*, respectivamente).

De um modo geral, o Risco Individual é a medida do risco para um indivíduo em particular, enquanto que, o Risco Social é a medida do risco para a sociedade como um todo. [66]

Nesta etapa, os perigos associados à realização da actividade de trabalho podem decorrer do resultado de um ou da combinação dos seguintes componentes: *substâncias, máquinas, processos, organização do trabalho, ambiente, modos operatórios, pessoas ou circunstâncias*, pelo que, para a sua concretização deve começar-se por reunir o máximo de informação pertinente, nas mais variadas fontes disponíveis: *legislação, manuais de instruções das máquinas, fichas de dados de segurança das substâncias ou preparações perigosas, processos e métodos de trabalho, dados estatísticos relativos à ocorrência de acidentes, experiência dos trabalhadores, normas internacionais relevantes, entre outros*. [58] [66]

Para alguns autores, esta etapa é considerada como a mais crítica em todo o processo de uma AR, na medida em que, um perigo não identificado é um perigo não avaliado e, consequentemente, não controlado. [66]

No que respeita às metodologias utilizadas para a identificação dos perigos, estas podem ser definidas em função do objecto em análise, do âmbito da análise e dos recursos disponíveis. Esta etapa deve ser convenientemente planeada e organizada, de forma a se conseguir classificar as diversas naturezas dos perigos existentes (ex: perigos associados aos processos de trabalho, às fontes de energia, aos produtos, às máquinas, etc.). [62]

### 2.6.3.2. Identificação das pessoas expostas

A estimativa do risco (fase subsequente) prevê o conhecimento, objectivo ou subjectivo, da *Gravidade* ou *Severidade* que um determinado dano pode assumir, bem como, da *Probabilidade* de ocorrência do mesmo.

Esta *Probabilidade* de ocorrência vai depender:

- do tipo de pessoas expostas, ou seja, consoante o nível de formação, sensibilização, experiência, susceptibilidade individual, etc., será diferente a *Probabilidade* de sofrer um determinado nível de dano;
- da *Frequência* da exposição.

Quando a avaliação visa o *Risco Social*, a *Gravidade* ou *Severidade* vai depender do número de pessoas que podem sofrer um determinado nível de dano. [66]

De acordo com algumas referências bibliográficas é importante considerar todas as pessoas que poderão estar expostas, ou seja, não só os *trabalhadores directamente afectos ao posto de trabalho em análise*, mas também todos os *outros trabalhadores no espaço de trabalho*. Importante ainda, é considerar também aqueles que podem não estar sempre presentes, tais como: *clientes, visitantes, construtores, trabalhadores de manutenção*, assim como grupos de sujeitos que possam ser particularmente vulneráveis: *trabalhadores jovens e inexperientes, grávidas e lactantes, trabalhadores deficientes, trabalhadores com imunidade deficiente ou doença crónica, ou ainda trabalhadores que tomam medicação passível de aumentar a sua susceptibilidade*. [56] [64] [66]

### 2.6.3.3. Estimativa do risco

Nesta fase, o objectivo consiste na quantificação da *Magnitude do risco*, ou seja, da sua criticidade.



Segundo diferentes autores, a Magnitude do risco é função da Probabilidade e Exposição de ocorrência de um determinado dano e da Gravidade a ele associada, sendo representada pela seguinte equação: [58] [66] [72]

$$\textbf{Risco (R)} = \textbf{Probabilidade (P)} \times \textbf{Exposição (E)} \times \textbf{Gravidade (G)} \quad (\text{Eq. 1})$$

Na estimativa de cada uma das variáveis **(P)**, **(E)** e **(G)**, devem ser tidas em consideração as medidas de segurança já implementadas (ex. sistemas de detecção e combate a incêndio, protecção de segurança num determinado equipamento, procedimentos de segurança associados à realização de determinada tarefa, entre outros), uma vez que estas irão interferir na *Magnitude do risco (R)*

A estimativa destas duas variáveis assume particularidades consoante os métodos utilizados, isto é, consoante se recorra a avaliações quantitativas, semi-quantitativas ou qualitativas. [66]

Assim, a escolha do método deve ter em conta:

- O objectivo da avaliação (Risco de quê?; Risco para quem?; Risco devido a quê?);
- O nível de detalhe para a avaliação (necessário ou pretendido);
- Os recursos disponíveis (humanos e técnicos);
- A natureza dos perigos e respectiva complexidade. [62]

#### **2.6.3.4. Metodologias de Avaliação de Risco e Métodos de Valoração do Risco**

Em termos metodológicos, não existem regras fixas sobre a forma como a Avaliação de Risco deve ser efectuada. De qualquer modo, na intenção de uma avaliação deverão ser considerados dois princípios que se revelam fundamentais:

- Estruturação da operação, de modo a que sejam abordados todos os perigos e riscos relevantes;
- Identificação do risco, de modo a equacionar se o mesmo pode ser eliminado.

Qualquer que seja a metodologia que se pretenda implementar, a abordagem deverá ser comum integrar os seguintes aspectos:

- Caracterização do meio circundante do local de trabalho;
- Identificação das tarefas realizadas;
- Observação da actividade;
- Consideração da opinião das pessoas envolvidas na avaliação;
- Consideração de situações de referência;
- Consideração de factores externos que podem afectar as condições de trabalho. [56]

Em síntese, pensa-se que, as metodologias de Avaliação de Risco devem ser eficientes e suficientemente detalhadas para possibilitar uma adequada hierarquização dos riscos e consequente controlo. Tal como referem alguns autores, o rigor das avaliações deve ser proporcional à complexidade do problema e da magnitude previsível do risco envolvido. [66] [73]

Assim, e tal como já referido, nas fases de estimativa e valoração do risco, podem ser empregues vários tipos de métodos:

- Métodos de Avaliação Qualitativos (*MAQL*)
- Métodos de Avaliação Quantitativos. (*MAQT*)
- Métodos de Avaliação Semi-Quantitativos (*MASQT*)

A apresentação de modo sucinto das suas principais características, vantagens e limitações de cada método são descritas de seguida

### **2.6.3.4.1 Métodos de Avaliação Qualitativos (MAQL)**

Os *MAQL* consistem em exames sistemáticos realizados nos locais de trabalho, com vista à identificação de situações capazes de provocar dano às pessoas. Esta avaliação baseia-se numa avaliação subjectiva da adequação das medidas preventivas adoptadas.

Geralmente, com os *MAQL* recorre-se a uma avaliação de cenários individuais, estimando os diferentes riscos na base da resposta a questões do tipo “*o que acontecerá se....?*”.

Os *MAQL* referem-se a avaliações puramente qualitativas da *Severidade* e da *Probabilidade*, em que haja qualquer registo numérico associado.

Este tipo de método é apropriado para avaliar situações simples, cujos perigos possam ser facilmente identificados pela observação e comparados com princípios de boas práticas, existentes para circunstâncias idênticas.

Em síntese, podemos considerar que uma Avaliação de Risco deverá começar por uma avaliação qualitativa que inclua considerações sobre as boas práticas utilizadas. No entanto, por vezes, torna-se necessário o recurso a avaliações mais rigorosas, recorrendo-se então a avaliações *quantitativas ou semi-quantitativas*. [66]

### **2.6.3.4.2. Métodos de Avaliação Quantitativos (MAQT)**

As avaliações quantitativas envolvem a quantificação objectiva dos diferentes elementos do risco, nomeadamente, da *Probabilidade* e da *Gravidade* das consequências.

São métodos que visam obter uma resposta numérica da *Magnitude do risco*, pelo que, o cálculo da *Probabilidade* faz recurso a *técnicas sofisticadas de cálculo* que integram dados sobre o comportamento das variáveis em análise. Permitem determinar um padrão de regularidade na *Frequência* de determinados eventos. A quantificação da *Gravidade* recorre a *modelos matemáticos de consequências*, de forma a simular o campo de acção de um dado agente agressivo e o cálculo da capacidade agressiva em cada um dos pontos desse campo de acção, estimando então os danos esperados. [58]

Este tipo de métodos é particularmente útil nos casos de risco elevado ou de maior complexidade (ex.: na indústria nuclear, na indústria química, etc..). Para a aplicação de *MAQT* existe uma variedade de metodologias e técnicas especiais que devem ser utilizadas na etapa da identificação dos perigos. A especificidade destas metodologias e técnicas recomenda que não devem ser utilizadas de modo indiscriminado para qualquer situação. As diversas metodologias e técnicas disponíveis apresentam diferentes níveis de robustez e fragilidade.

As técnicas que abaixo se apresentam são habitualmente utilizadas na identificação dos perigos, em particular nos processos químicos industriais:

- Preliminary Hazards Analysis (PHA);
- Failure Mode and Effects Analysis(FMEA);
- Fault Tree Analysis (FTA);
- Hazard and Operability Study (HazOP);
- Even Tree Analysis (ETA);
- Task Analysis
- .... [66]

Orientações sobre o modo de utilização, a aplicabilidade, as vantagens e desvantagens, destas técnicas de identificação de perigos podem ser encontradas em IChemE (1996) e Glossop, Ioannides, & Gould (2000). [71] [74]

### **2.6.3.4.3. Métodos de Avaliação Semi-Quantitativos (MASQT)**

Quando a avaliação realizada pelos *MAQL* se torna insuficiente para alcançar uma adequada valoração de risco e, a complexidade subjacente aos *MAQT* não justifica o custo associado à sua aplicação, pode recorrer-se a *MASQT*.

Nestes, *estima-se* o valor numérico da *Magnitude de Risco* (R), a partir do produto entre a estimativa da *Probabilidade* (P), da *Exposição* (E) e da *Gravidade* (G). Para a aplicação destes métodos é necessário construir a escala de hierarquização da *Probabilidade*, da *Exposição*, da *Gravidade* e da *Magnitudel de Risco*. [62]

#### 2.6.3.4.4. Comparação dos métodos

Após esta referência aos diferentes tipos de métodos, apresentamos, no seguinte quadro as principais vantagens e limitações que lhes estão associados.

**Tabela 11** – Vantagens e Limitações associadas aos métodos de Valoração do risco.

Métodos	Vantagens	Limitações
MAQL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Métodos simples, que não requerem quantificação nem cálculos;</li> <li>Não requerem identificação exacta das consequências;</li> <li>Tornam exequível o envolvimento dos diferentes elementos da organização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>São subjectivos por natureza;</li> <li>Dependem muito da experiência dos avaliadores;</li> <li>Não permitem efectuar análises Custo/Benefício.</li> </ul>
MAQT	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permitem resultados objectivos (mensuráveis);</li> <li>Permitem a análise do efeito da implementação de medidas de controlo de risco;</li> <li>Permitem efectuar análises Custo/Benefício;</li> <li>Assumem linguagem objectiva (facilitando a sensibilização da administração).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apresentam complexidade e morosidade de cálculos;</li> <li>Necessitam de metodologias estruturadas - necessitam de dispor de base de dados experimentais ou históricos de adequada fiabilidade e representatividade;</li> <li>São bastante onerosos - requerem recursos humanos experientes e com formação adequada;</li> <li>Requerem elevada quantidade e tipo de informação;</li> <li>Revelam dificuldade na valoração quantitativa do peso da falha humana (erro de decisão, de comunicação, entre outros).</li> </ul>
MASQT	<ul style="list-style-type: none"> <li>Métodos relativamente simples;</li> <li>Identificam as prioridades de intervenção através da identificação dos principais riscos;</li> <li>Sensibilizam os diferentes elementos da organização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apresentam subjectividade associada aos descritores utilizados nas escalas de avaliação;</li> <li>São fortemente dependentes da experiência dos avaliadores.</li> </ul>

Do exposto nos pontos anteriores, podemos dizer que a Avaliação de Risco constitui o elemento central de todo o processo de prevenção, na medida em que, ao permitir conhecer a existência dos riscos, bem como a sua natureza, contribui com informação, como já referimos, para o planeamento das intervenções preventivas adequadas.

Na maior parte dos casos, a legislação não determina que tipo de método de Avaliação de Risco deve ser utilizado. No entanto, diversos são os métodos disponíveis, pelo que a selecção deve ser adequada ao nível de complexidade do sistema em análise.

Tendo em consideração as limitações associadas às avaliações quantitativas, em particular a complexidade envolvida e os custos associados (decorrentes do tempo requerido, da formação exigida aos profissionais que a aplicam, etc.) as avaliações semi-quantitativas e qualitativas merecem uma atenção especial, já que se tornam, na maior parte dos casos, as ferramentas disponíveis para levar a cabo as obrigações impostas pela legislação. Não obstante, as vantagens destas avaliações mais expeditas, os resultados das suas aplicações são praticamente desconhecidas. [72]

Apesar da liberdade existente na aplicação da avaliação semi-quantitativa, a literatura é unânime no que respeita ao facto de considerar que as matrizes utilizadas devem ser capazes de fazer a discriminação entre os diferentes níveis de risco presentes numa dada situação, imputando às escalas utilizadas (de *Probabilidade* e *Gravidade*), a respectiva responsabilidade no alcance desse objectivo. [66] [73]

### **3. Resultados**

Como já foi visto anteriormente, é necessário que se faça a identificação do perigo e das suas possíveis consequências através da análise do processo de fundição e recorrendo à observação sistemática.

A silicose representa uma das principais pneumoconioses ocupacionais e é provocada pela inalação de poeiras de sílica cristalina respirável em locais de trabalho que apresentam teores de sílica livre na fracção de poeira respirável maiores que 7,5% .

A sílica cristalina é um componente essencial de materiais que têm uma diversidade de utilizações na indústria e que são um componente vital de diversos objectos que utilizamos no dia-a-dia. As diferentes peças que podem ser criadas através de processos de fundição, geralmente, não são excepção e englobam na sua concepção matérias-primas que contêm sílica cristalina.

Desta forma, serão de seguida descritos os diversos processos nos quais se poderão verificar a ocorrência da libertação de poeiras de sílica cristlina respirável.

#### **3.1 Determinação de Grupo Exposição Semelhante**

Um Grupo de Exposição Semelhante (GES), como o próprio nome indica, corresponde a um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma a que o resultado fornecido pela avaliação da exposição a qualquer um dos trabalhadores do mesmo grupo seja representativo da exposição dos restantes membros desse mesmo grupo. [75]

Um GES é o pilar para avaliação de exposições dos trabalhadores a agentes ambientais agressivos nos locais de trabalho. Na sua forma concepcional mais pura, um GES corresponde a um grupo de trabalhadores sujeito a condições em que ocorram idênticas probabilidades de exposição a um determinado agente.

Esta semelhança resulta do facto da distribuição de probabilidade de exposição poder ser considerada a mesma para todos os membros do grupo, não querendo com isto dizer que todos os membros sofram idênticas exposições no mesmo dia.

O objectivo da aplicação do GES realizada como rotina nos ambientes laborais é o de procurar atribuir a cada um dos trabalhadores do mesmo grupo os resultados obtidos numa amostragem da qual ele, geralmente, não participou. A aplicação do GES tem sido amplamente utilizado devido ao facto de este método permitir a economia quer de tempo, quer de recursos financeiros.

Sendo assim, a escolha dos GES ocorre durante a fase de estudo e levantamento de dados, quando se processam as etapas de reconhecimento e estabelecimento de metas e prioridades de avaliação. [76]

É também importante referir que é relativamente comum existirem trabalhadores que podem fazer parte de um GES para um determinado agente físico (ex: ruído, vibrações, etc.) e pertencer a um GES diferente para os outros agentes, como químicos, ergonômicos ou biológicos. [75]

Neste sentido, dependendo de caso para caso, as variáveis que influem a escolha dos GES poderão ser,

- tipo do processo/operação;
- actividades/tarefas dos trabalhadores;
- agentes ambientais, fontes, trajectórias, meios de propagação;
- intensidade/concentração dos agentes;
- identificação e número de trabalhadores;
- experiência dos trabalhadores;
- variações de clima e de horários das exposições;
- frequência das ocorrências;
- interferência de tarefas vizinhas;
- dados das prováveis exposições, levantados na fase de planeamento;



- metas e prioridades de avaliação adequadas a realidade da empresa. [76]

Seguidamente serão expostos os dados recolhidos que permitiram determinar quais os GES existentes para o caso das poeiras de sílica cristalina respirável.

### **3.1.1 Descrição dos Sectores e Processos**

A análise da descrição dos sectores e processos permitiu, principalmente, determinar qual o tipo do processo/operação existentes, quais as actividades/tarefas dos trabalhadores envolvidos e quais os horários das exposições. De seguida serão apresentados os dados da recolha efectuada.

#### **3.1.1.1 Fusão e Vazamento**

O sector da fusão/vazamento labora apenas num turno, com o horário das 6h às 15h. A fundição dispõe de um total de 4 fornos de indução. Nesta secção trabalham 6 trabalhadores, sendo que 2 estão ligados à fusão e 4 ligados ao vazamento. A reparação dos fornos e das colheres é realizada após 50/70 fusões por um operador desta secção.

A empresa possui grande flexibilidade de produção graças aos 4 fornos de indução magnética INDUCTOTHERM com as capacidades de 1500 kg (1), 500 kg (2) e 250 kg (1), permitindo assim a execução de peças que variam desde os 0,5 aos 2200 kg. Por sua vez, a linha de vazamento tem a capacidade para 144 moldações.

**Tabela 1** – Fluxo do processo de fusão de uma fundição em areia (ferro fundido).

<b>Sector: Fusão</b>			
<b>Entrada</b>		<b>Saída</b>	
<i>Matéria-Prima:</i>		<i>Efluentes gasosos:</i>	
Retorno	Lingote	COV's	Partículas
Sucata de Fundição		CO	SO <sub>2</sub>
<i>Matéria Secundária:</i>		NO <sub>x</sub>	Metais
Ferro-Ligas	Água de arrefecimento	Finos de despoeiramento	
Desoxidantes	Ar comprimido		
Nodularizantes	Oxigénio	<i>Efluentes líquidos:</i>	
Refratário		Água de refrigeração dos fornos	
Energia eléctrica	Gás	Metal líquido	
		Escórias	Refratário usado

**Tabela 13** – Fluxo do processo de vazamento em moldação em areia (ferro fundido).

<b>Sector: Vazamento</b>			
<b>Entrada</b>		<b>Saída</b>	
Machos	Moldações	Gases	Poeiras
Metal fundido		Escórias	
Filtros	Blocos de inoculante	Guitos	Retornos
Ferros-Ligas		Restos metálicos	
Energia eléctrica	Gás	Moldação vazada	

As tarefas executadas neste sector envolvem o arranque, paragem e regulação dos fornos de indução, carregamento dos fornos de indução, revestimento dos fornos de indução utilizando um molde não amovível, sinterização do refractário dos fornos de indução e a medição da temperatura do banho metálico no forno de indução e colheres de vazamento.



**Figura 12** – Forno de indução magnético



**Figura 13** – Linha de vazamento

### **3.1.1.2 Moldação**

O processo de moldação realizado nesta instalação utiliza o processo autossecativo, com resina furânica. A areia autossecativa é constituída pela mistura de vários componentes (areia, resina, catalisador) em proporção adequadas. Esta mistura forma uma moldação na qual podem ser acoplados os machos. Neste processo libertam-se finos de despoeiramento e ocorrem pequenas perdas de areia. Os produtos finais do processo são as moldações.

**Tabela 14** – Fluxo do processo da moldação em areia auto-secativa.

Sector: Moldação			
Entrada		Saída	
Areia	Resina	Moldações acabadas	
Catalisador	Tinta para moldação	Areia usada	
Machos		Finos	de
		despoeiramento	
Energia eléctrica	Ar comprimido		

Quanto à moldação, ela só serve para a obtenção de uma única peça, uma vez que, depois de nela ter sido vazado o metal líquido, tem de ser destruída para dela se poder retirar a peça fundida.

A empresa dispõe de 3 linhas de moldação em areias auto-secativas, uma linha IMF automática do tipo “Fast-Loop”, para dimensões máximas de placa 900x900 mm, uma linha de moldação manual do tipo carrossel com 6 postos, para pequenas séries e pequena dimensão, uma linha de moldação semi-automática/manual para peças de grandes dimensões, podendo em semi-automático usar placas até 2000x1500 mm de dimensões máximas.

No final do processo, os moldes são limpos, pintados e ateados, de forma a melhorar as suas características.



**Figura 14** – pulverização do molde com tinta de moldação



**Figura 15** – Ateamento do molde com o auxílio de um maçarico lança chama.

### **Moldação automática:**

Na secção da moldação automática a laboração distribuída por 2 turnos, sendo que o primeiro turno labora das 8h às 17h30 e o segundo turno labora das 15h à 0h00.

Esporadicamente, o trabalho pode ser alargado também ao dia de sábado. Os trabalhadores nesta secção totalizam 8 pessoas, sendo que quatro trabalham no primeiro turno e 4 trabalham no segundo turno.



**Figura 16** – Linha de moldação automática do tipo “Fast-Loop”



**Figura 17** – Linha de moldação automática do tipo “Fast-Loop”

### **Moldação manual grande:**

Nesta empresa optou-se no sector da moldação manual grande pela laboração em apenas um turno de trabalho, sendo que o horário é das 6h às 15h. Da mesma forma que no sector da moldação automática, esporadicamente, também se trabalha ao



sábado. O processo de moldação utilizado nesta secção é o mesmo utilizado no sector da moldação automática, sendo este processo operado por 5 trabalhadores.



**Figura 18 – Linha de moldação manual grande**



**Figura 19 – Linha de moldação manual grande**

### **Moldação manual pequena:**

O horário laboral empregue neste sector é em tudo semelhante ao utilizado no sector da moldação manual grande, existindo apenas um turno de trabalho com o horário das 6h às 15h. Da mesma forma que no sector da moldação automática e no sector da moldação manual grande, esporadicamente, este sector labora ao sábado. Mais uma vez, o processo de moldação realizado nesta instalação utiliza o processo autossecativo, com resina furânica, sendo que nesta secção apenas estão destinados três trabalhadores.



**Figura 20** – Linha de moldação manual pequena





**Figura 21** – Linha de moldação manual pequena**3.1.1.3 Macharia**

Esta está equipada com um misturador contínuo de 30 ton/h de capacidade e uma máquina disparadora de machos para processo de caixa fria com capacidade máxima 500x500x400 mm.

**Tabela 15** – Fluxo da produção de machos pelo processo de caixa fria (cold- box).

<b>Sector: Macharia (Caixa-Fria)</b>		
<b>Entrada</b>		<b>Saída</b>
Areia nova	Catalisador	Machos
Ligantes químicos		Areia usada
Energia eléctrica	Ar comprimido	Finos de despoeiramento

**3.1.1.4 Desmoldação**

Após a solidificação, o molde é desagregado (desmoldagem) e a peça metálica é separada da areia, que retorna quase integralmente para ser preparada novamente e destinada à confecção de novos moldes (SCHEUNEMANN, 2005).

Para efectuar a desmoldação a empresa está equipada com um *shake-out* da IMF (*Impianti e Macchine Fonderia*) que é operada por apenas um operador.

**Tabela 16** – Fluxo do processo de desmoldação

<b>Sector: Desmoldação</b>		
<b>Entrada</b>		<b>Saída</b>
Moldação vazada		Fundidos em bruto
Energia eléctrica	Ar comprimido	Areia usada
		Finos de despoeiramento



**Figura 22** – Linha de moldação manual pequena



**Figura 23** – Linha de moldação manual pequena

### **3.1.1.5 Rebarbagem**

Esta secção é a área para a qual está reservada um maior número de trabalhadores, sendo 16 no total, estando equitativamente distribuídos por dois turnos com os

horários das 6h às 15h e das 15h às 0h00. As cabines são insonorizadas e estão equipadas com sistema de aspiração de poeiras.

Nesta secção são utilizadas as técnicas de rebarbagem com disco, rebarbagem de alta-frequência e corte de gultos.

**Tabela 17** – Fluxo do processo de rebarbagem

Sector: Rebarbagem			
Entrada		Saída	
Fundidos em bruto		Fundidos pré-acabados	
Disco de corte	Lixa	Gases	Poeiras
Energia eléctrica	Ar comprimido	Partículas	
Gás		Restos de abrasivos	

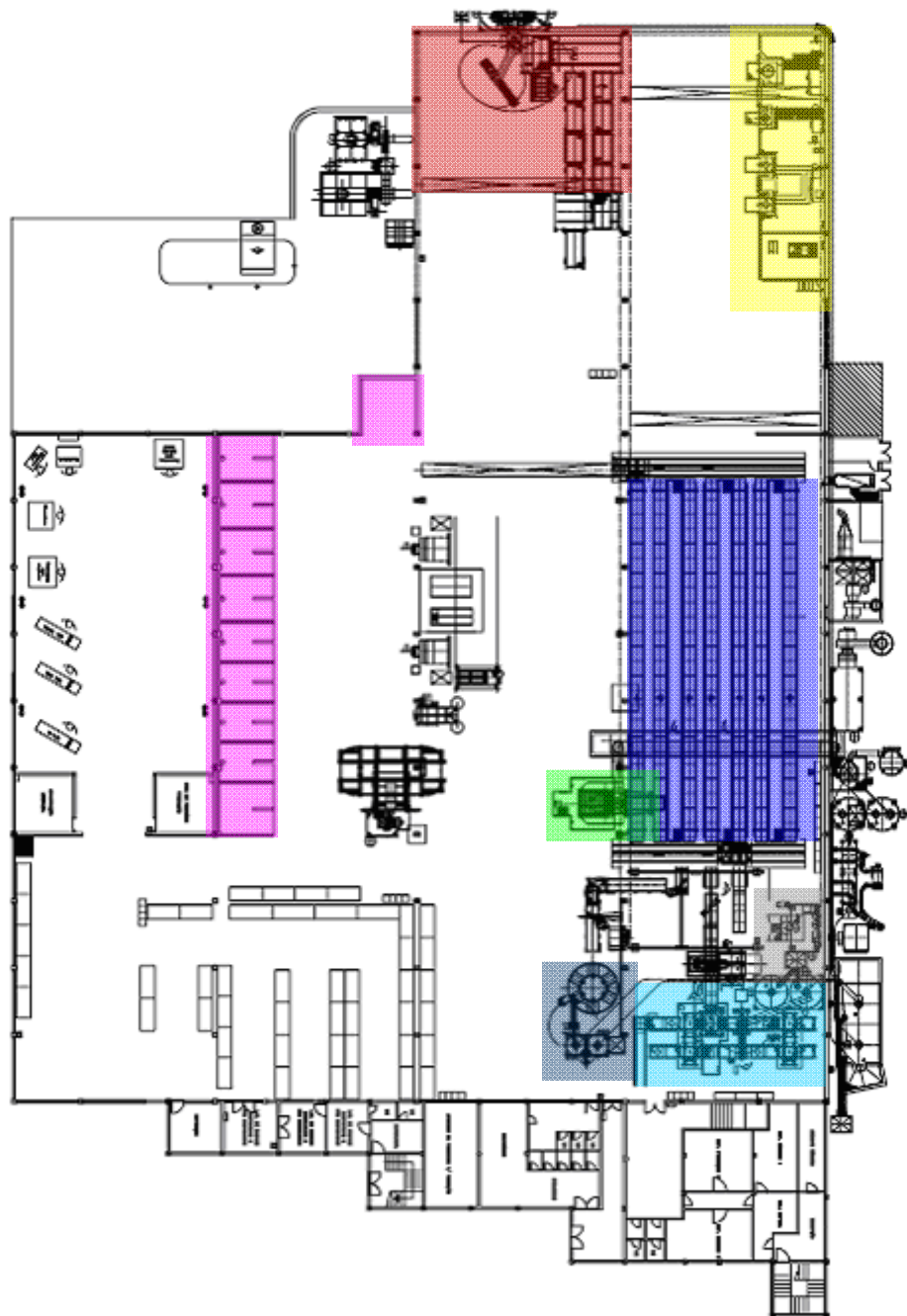


**Figura 24** – Cabines de rebarbagem











**Figura 25** – Cabines de rebarbagem

De seguida será apresentado um lay-out da empresa em que estão identificados os diferentes sectores descritos anteriormente.



**Figura 26** – Lay-out da empresa com indicação dos distintos sectores.

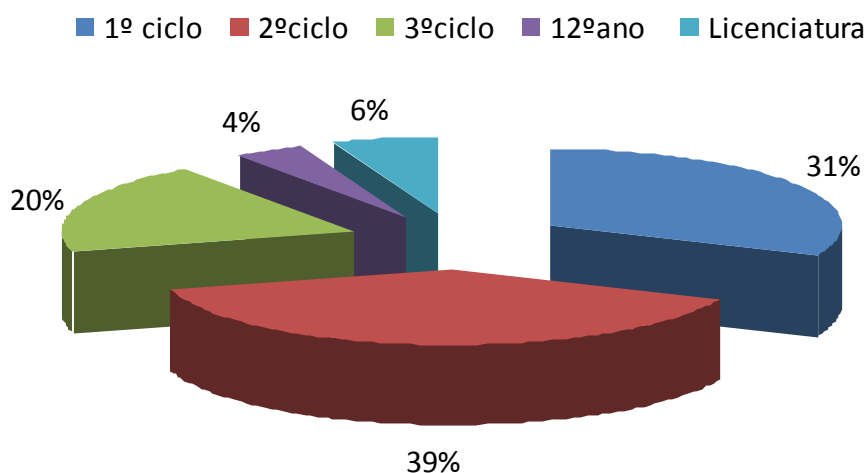
**Legenda:**

- |  |   |
|--|---|
|  Moldação manual grande |  Moldação automática     |
|  Fusão                  |  Macharia                |
|  Vazamento              |  Moldação manual pequena |
|  Desmoldação            |  Rebarbagem              |

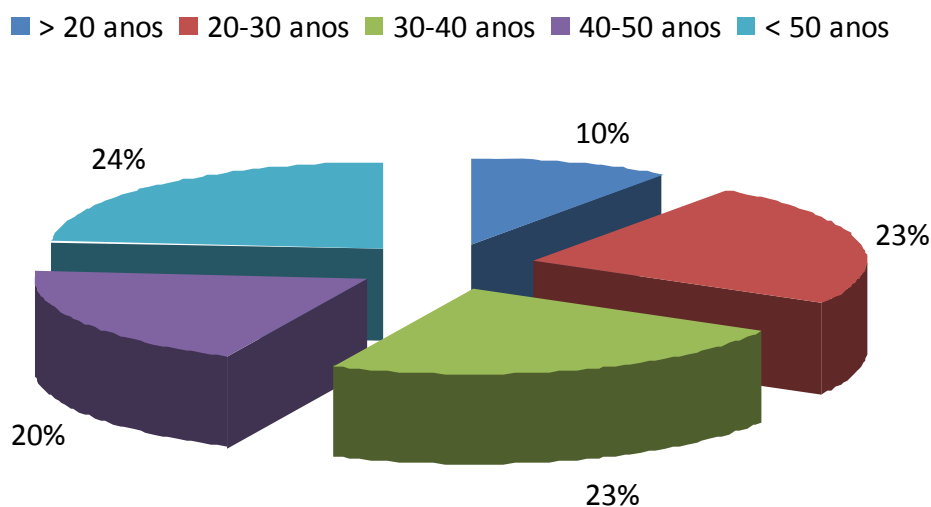
### 3.1.2 Questionários

Todos os trabalhadores receberam um questionário (Anexo A). Os resultados obtidos estão apresentados nos seguintes gráficos e através do seu preenchimento dos questionários foi possível determinar mais algumas variáveis importantes que podem influenciar a escolha dos GES.

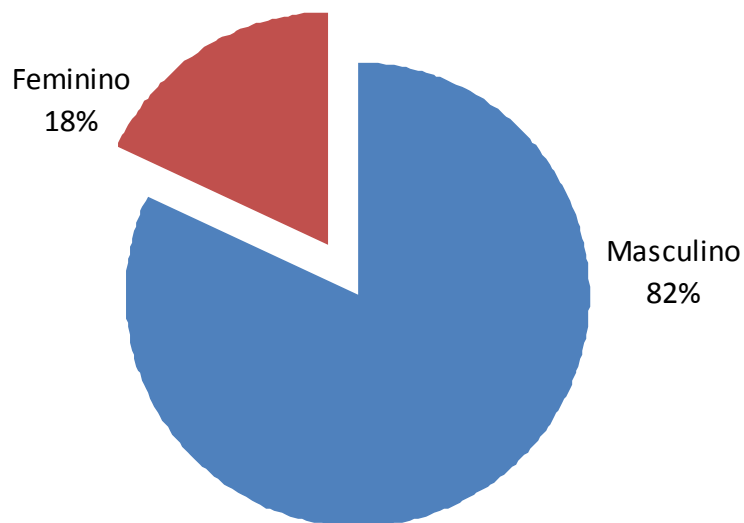
Na empresa visitada não existia um histórico da situação clínica dos trabalhadores. (os exames médicos de admissão ou periódicos nem os exames complementares como, por exemplo, o raio-X ao tórax).



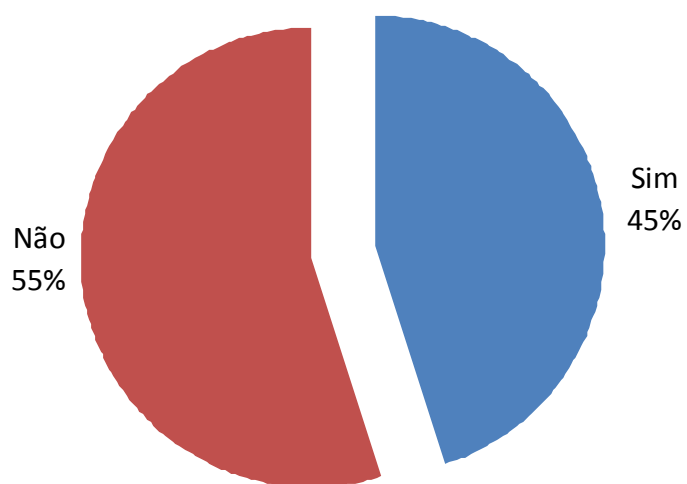
**Figura 27** – Habilitações académicas dos trabalhadores analisados



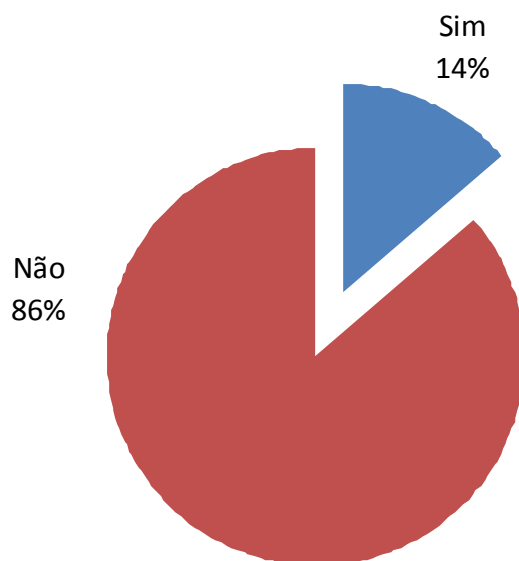
**Figura 28 – Idade dos trabalhadores analisados**



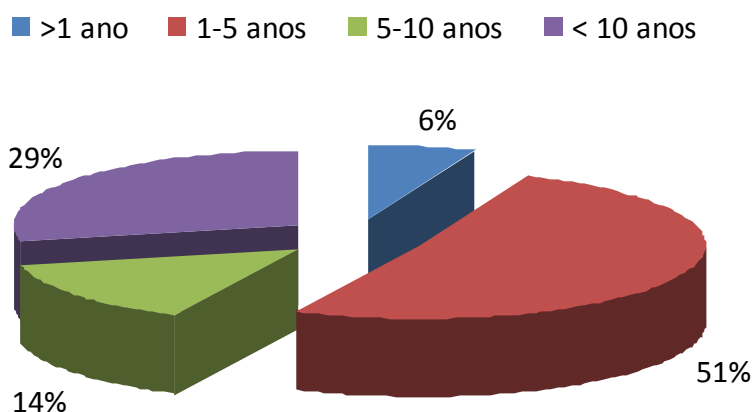
**Figura 29 – Sexo dos trabalhadores analisados**



**Figura 30 – Trabalhadores analisados com formação em HST.**



**Figura 31** – Trabalhadores analisados fumadores.



**Figura 32** – Tempo de trabalho em fundição dos trabalhadores.

Os grupo de trabalhadores analisados é maioritariamente constituído por trabalhadores do sexo masculino (82%) com a escolaridade do 1º ciclo (31,4%) ou 2º ciclo (39,2%). A média de idade do grupo é de 37,1 anos, sendo que a média do tempo de trabalho em fundição é de 6,8 anos. Segundo o mesmo inquérito, 86% dos trabalhadores afirma ser não fumador e 55 % afirma nunca ter recebido formação de algum tipo em higiene e Segurança no trabalho.



### 3.1.3 Grupos de exposição semelhante seleccionados

Depois de analisados todos estes dados recolhidos foi possível determinar os grupos de exposição semelhante às poeiras de sílica cristalina respirável. Os GES identificados para a exposição à poeira de sílica cristalina respirável foram os seguintes:

- GES 1 – Fusão/Vazamento
- GES 2 – Moldação Automática
- GES 3 – Moldação Manual Grande
- GES 4 – Moldação Manual Pequena
- GES 5 – Macharia (cold-box)
- GES 6 – Desmoldação
- GES 7 – Rebarbagem

### 3.2 Estimativa e valoração do risco

Determinados os GES pode-se passar à fase seguinte da estimativa e valoração do risco, utilizando-se para isso um Método de Avaliação Semi-Quantitativos (MASQT). Como já foi visto anteriormente, nestes métodos estima-se o valor numérico da *Magnitude de Risco* (R), a partir do produto entre a estimativa da *Probabilidade* (P), da *Exposição* (E) e da *Gravidade* (G).

Esta metodologia simplificada não emprega valores reais e absolutos de risco, probabilidade e consequência. Cada um destes parâmetros é classificado segundo uma escala de cinco ou seis níveis.

Neste método considera-se, de acordo com o descrito, que a *Magnitude do Risco* (R) será função da *Probabilidade* (P), da *Exposição* (NE) e da *Gravidade* (G):

$$\textbf{Risco (R) = Probabilidade (P) x Exposição (E) x Gravidade (G)}$$

O sistema de pontuação adoptado para a *Magnitude do Risco* (R) funciona numa escala de 0 a 400 pontos.

A interpretação desta pontuação é sempre a mesma independentemente do que se está a avaliar.

A *Probabilidade* (P) é a relação entre o risco e a ocorrência do acidente. A relação causal entre risco e acidente. Este parâmetro está intimamente ligado à *Exposição* (E).

**Tabela 18** – Escalas com diferentes níveis de *Probabilidade* (P)

Probabilidade		
<b>Muito Provável</b>	Situação continuada ou muito frequente - Factor de risco muito significativo. Medidas preventivas são ineficazes	<b>10</b>
<b>Provável</b>	Exposição frequente – factor de risco necessita de correcção.	<b>6</b>
<b>Possível</b>	É possível o aparecimento do dano algumas vezes.	<b>3</b>
<b>Remotamente Possível</b>	Sabe-se que já ocorreu. As medidas preventivas reduzem o risco quase na totalidade.	<b>1</b>
<b>Concebível</b>	Extremamente remota mas concebível. Nunca aconteceu em muitos anos. O risco está controlado.	<b>0,5</b>

A *Exposição* (E) é uma medida da frequência com que se dá a exposição ao risco. Pode estimar-se em função do tempo de permanência no local, tempo ou número de operações.

Os valores numéricos são inferiores aos anteriores, para que, uma situação de risco controlada com uma exposição superior, não resulte no mesmo nível de risco que uma situação em que a probabilidade de ocorrência de dano é alta mas a exposição baixa.

**Tabela 19** – Escalas com diferentes níveis de *Exposição* (E)

<b>Exposição</b>		
<b>Contínua</b>	Contínua	<b>10</b>
<b>Frequente</b>	Várias vezes dia	<b>8</b>
<b>Diária</b>	1 X Dia	<b>6</b>
<b>Possível</b>	1 X Semana a 1 X Mês	<b>3</b>
<b>Irregular</b>	1 X Mês a 1 X Ano	<b>2</b>
<b>Rara; Esporádica</b>	1 X Ano ou menos	<b>1</b>

Foram considerados cinco níveis de *Gravidade* (G) aos quais se deu um duplo significado; por um lado consideraram-se os danos pessoais e por outro os danos materiais. Não foi efectuada uma relação monetária destes últimos, mas pode ser feita, adequando os valores à realidade da empresa.

Ambos os significados devem ser considerados independentemente, tendo mais peso os danos pessoais que os danos materiais. Quando as lesões não são importantes, a consideração dos danos materiais pode ajudar-nos a estabelecer prioridades com o mesmo rigor que as estabelecidas para as pessoas.

A escala numérica da *Gravidade* (G) é muito superior à escala numérica da probabilidade. Este factor deve ter sempre um peso superior na valorização do risco. Observa-se também que os acidentes com baixa são considerados como consequência grave. Esta classificação pretende ser mais exigente com os acidentes nestas condições, até porque os custos económicos associados a acidentes com baixa são muito elevados.

**Tabela 20** – Escalas com diferentes níveis de *Gravidade* (G)

	<b>Gravidade</b>		
	<b>DANOS PESSOAIS</b>	<b>DANOS MATERIAIS</b>	
<b>Mortal</b>	1 ou mais mortes	Destruição total do sistema (reparação difícil)	<b>100</b>
<b>Muito Grave</b>	Lesões graves e/ou permanentes	Destruição parcial do sistema (reparação complexa e dispendiosa)	<b>50</b>
<b>Grave</b>	Lesões com baixa profissional; sem hospitalização	Necessidade de paragem do processo por um período longo para efectuar a reparação	<b>25</b>
<b>Pouco Grave</b>	Lesão com tratamento médico; sem hospitalização e sem baixa	Necessidade de paragem do processo por um período curto para efectuar a reparação	<b>15</b>
<b>Leve</b>	Lesões superficiais sem tratamento médico	Reparável, sem necessidade de para o processo	<b>5</b>

A Magnitude do Risco (R) resulta do produto dos três níveis anteriores:

**Tabela 21** – Escalas com diferentes níveis de *Magnitude do Risco (R)*

<b>Magnitude de Risco</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pontos</b>
<b>1</b>	As condições de trabalho são adequadas e não existe nenhum risco importante para a saúde ou integridade física das pessoas.	<b>0 – 20</b>
<b>2</b>	As condições de trabalho estão dentro dos padrões. No entanto deve manter-se um controlo sistemático dessas condições e se possível introduzir medidas de melhoria.	<b>21 – 70</b>
<b>3</b>	É provável que as condições de trabalho não cumpram os padrões e seja necessário planificar medidas preventivas adequadas para melhorar a situação.	<b>71 – 200</b>
<b>4</b>	As condições de trabalho não cumprem os padrões claramente. É necessário um estudo imediato das suas causas e, caso necessário, aplicar as medidas preventivas oportunas.	<b>201 – 400</b>
<b>5</b>	As condições de trabalho estão totalmente fora dos padrões. Pode supor-se um perigo eminente para a saúde ou integridade física das pessoas.	<b>&gt; 400</b>

Na tabela seguinte estão expostos os resultados obtidos a partir da aplicação do que foi dito anteriormente ao caso prático em concreto.

**Tabela 22** – Níveis de *Probabilidade (P)*, *Exposição (E)*, *Gravidade (G)* e *Magnitude do Risco (R)* para os diferentes GES.

<b>GES</b>	<b>Probabilidade (P)</b>	<b>Exposição (E)</b>	<b>Gravidade (G)</b>	<b>Magnitude do Risco (R)</b>
1	3	3	5	45
2	6	6	5	180
3	3	6	5	90
4	3	6	5	90
7	10	10	5	500

### **3.3. Avaliação Quantitativa**

Depois de recolhida e analisada toda a informação recolhida anteriormente, decidiu-se fazer uma avaliação quantitativa de modo a determinar se as concentrações de poeiras nos GES identificados estariam abaixo do VLE ( $0,025 \text{ mg/m}^3$ ) exposto na NP 1796:2007.

Estavam previstas efectuarem-se 7 amostragens de poeira de sílica cristalina respirável representando cada um dos GES identificados. No entanto, devido ao facto de nesta empresa se trabalhar por turnos e o trabalho ser muito dinâmico, no dia em que efectuou as amostragens apenas foi possível efectuar amostragens a 5 GES (6 amostragens). Os GES abrangidos formam o GES 1, GES 2, GES 3, GES 4 e GES 7.

O resultado das amostras colhidas da poeira de sílica cristalina respirável e das avaliações complementares serão apresentados mais adiante neste trabalho. Os relatórios das análises de laboratório às amostras colectadas em cada posto de trabalho estão expostas no Anexo B.

De seguida será apresentado o método de recolha e análise utilizado pela empresa prestadora de serviços que realizou este serviço.

#### **3.3.1 Metodologia utilizada**

Efectuaram-se 6 amostragens pessoais, no interior da empresa, que decorreram por solicitação da empresa requisitante, em 11 de Dezembro de 2008.

Os caudais de recolha de ar utilizados foram regulados pelo calibrador primário para aproximadamente  $2100 \text{ ml/min}$ .

Utilizaram-se filtros previamente pesados, com 25 mm de diâmetro montados em ciclones.

Após o regresso ao laboratório, os filtros contendo os resíduos de poeiras colhidas foram novamente ambientados e pesados, determinando-se a massa do resíduo de cada um subtraindo-se os valores obtidos nas pesagens inicial e final.

Finalmente, as concentrações das poeiras respiráveis foram calculadas relacionando-se a massa efectiva dos resíduos colhidos com os volumes de ar movimentados pelos amostradores de ar (bombas).

Foi considerado o nível de acção de 50% do limite de tolerância, valor acima do qual devem ser iniciadas acções preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição, segundo estabelecido na norma NP 1796:2007.

### 3.3.2 Equipamentos utilizados

Os equipamentos utilizados na amostragem formam:

- Bombas de recolha de ar GILAIR 5 da Gilian Instrument Corporation e SKC 224-PCTX4;



**Figura 33 – GILAIR 5**

- Ciclones SKC par recolha de poeiras respiráveis;



**Figura 34** – SKC 224-PCTX4

- Ciclones SKC;



**Figura 35** – Ciclone SKC com porta-cassete

- Calibrador primário de caudais de ar BIOS DEFENDER 520 (com certificado de calibração);



**Figura 36** – Calibrador Primário BIOS DEFENDER 520



- Micro-balança analítica de precisão Mettler Toledo MT5.



**Figura 37** – Micro-balança analítica de precisão Mettler Toledo MT5

### 3.3.3 Resultados obtidos

Para compreender melhor os resultados obtidos e a sua comparação com os valores limite de exposição é necessário definir alguns conceitos importantes.

#### **Valores limite de exposição (VLE):**

Concentração de agentes químicos à qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar expostos, dia após dia, sem efeitos adversos para a saúde. Consideram-se as categorias de VLE seguidamente apresentadas.

#### **Valor limite de exposição – média ponderada (VLE – MP):**

Concentração média ponderada para um dia de trabalho de 8 horas e uma semana de 40 horas, à qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar expostos, dia após dia, sem efeitos adversos para a saúde.

#### **Valor limite de exposição – curta duração (VLE – CD):**

Concentração à qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar repetidamente expostos por curtos períodos de tempo, desde que o valor de VLE-MP não seja excedido e sem que ocorram efeitos adversos, tais como:

- irritação;
- lesões crónicas ou irreversíveis dos tecidos;
- efeitos tóxicos dependentes da dose ou taxa de absorção;
- narcose que possa aumentar a probabilidade de ocorrência de lesões acidentais, auto-fuga diminuída ou reduzir objectivamente a eficiência do trabalho.

O VLE-CD é definido como uma exposição VLE-MP de 15 min que nunca deve ser excedida durante o dia de trabalho, mesmo que a média ponderada seja inferior ao valor limite. Exposições superiores ao VLE-MP e inferiores ao VLE-CD não devem exceder os 15 min e não devem ocorrer mais do que 4 vezes por dia. Estas exposições devem ter um espaçamento temporal de 60 min, pelo menos.

#### Valor limite de exposição – concentração máxima (VLE – CM)

Concentração que nunca deve ser excedida durante qualquer período da exposição.

No quadro seguinte são apresentados os resultados obtidos para as 6 amostragens efectuadas no sector da fusão/vazamento (1), moldação automática (1), moldação manual grande (1), moldação manual pequena (1) e rebarbagem (2).

**Tabela 23** – Resultados obtidos da análise quantitativa

GES	Sector	Tempo de duração da amostragem (min.)	Resultado (mg/m <sup>3</sup> )	VLE (mg/m <sup>3</sup> )	Nível de acção (mg/m <sup>3</sup> )
1	Fusão/vazamento	209	N.D.	0,025	0,0125
2	Moldação Automática	260	9,1x10 <sup>-5</sup>		
3	Moldação manual grande	211	1,1x10 <sup>-4</sup>		
4	Moldação Manual pequena	263	N.D.		
7	Rebarbagem	263	8,8x10 <sup>-5</sup>		

7	Rebarbagem	258	$8,8 \times 10^{-5}$	
---	------------	-----	----------------------	--

Dos sectores analisados, os sector da moldação manual grande foi o que apresentou maior concentração de sílica cristalina respirável, sendo o sector da moldação manual pequena e o da fusão/vazamento os que apresentaram menor valor de concentração para a poeira analisada (não detectado).

Através da análise dos resultados obtidos verifica-se que as concentrações das poeiras respiráveis de sílica cristalina medidas não ultrapassaram o valor do VLE-MP aplicável

Considerações adicionais sobre este e os demais resultados obtidos serão apresentadas no capítulo seguinte.

## **4. Discussão**

### **4.1 Questionário**

O questionário realizado aos trabalhadores teve como objectivo a recolha de informações sobre os trabalhadores de modo a poder caracteriza-los e, desta forma recolher algumas informações essenciais para a determinação dos grupos de exposição semelhante (GES) para as poeiras de sílica cristalina respirável.

Analisando as respostas dadas pelos trabalhadores às perguntas constantes no inquérito verificou-se que na sua grande maioria (82%) os trabalhadores são do sexo masculino. A razão para se ter verificado uma percentagem tão elevada de trabalhadores do sexo masculino tem muito a ver com o facto das actividades ligadas ao sector da fundição serem consideradas pesadas e, como tal, mais apropriadas a pessoas do sexo masculino.

Em termos do nível de escolaridade, a empresa é constituída por trabalhadores com baixo nível de escolaridade e pouco qualificada, com cerca de 70% dos trabalhadores a atingirem apenas o 1º ou 2º ciclo. Estes dados seriam relativamente expectáveis caso a média de idades dos trabalhadores fosse elevada, mas no entanto a média de idades é relativamente baixa (37,1 anos).

Nesta empresa verificou-se a presença de alguns trabalhadores muito jovens, mas no entanto a média do tempo de trabalho em fundição é de 6,8 anos o que revela que, em geral, os trabalhadores da empresa já conhecem bem o seu posto de trabalho e que certamente estarão mais conscientes dos riscos associados a este.

Um aspecto bastante positivo prende-se com o facto de cerca de 86% dos trabalhadores afirmar que não fuma.

Um dado menos animador é o facto de apenas 45% dos trabalhadores terem afirmado ter recebido algum tipo de formação em higiene e segurança no trabalho, sendo

manifestamente insuficiente. Desta forma a empresa deve cumprir com o que está estipulado na Lei nº 99/2003, de 27 de Agosto de 2003, que afirma que:

Artigo 123.º

Formação Profissional

1 – O empregador deve proporcionar ao trabalhador acções de formação profissional adequadas à sua qualificação.

Artigo 125.º

Formação Contínua

1 - No âmbito do sistema de formação profissional, compete ao empregador, garantir um número mínimo de horas de formação anuais a cada trabalhador (...)

2 – A formação continua de activos deve abranger, em cada ano, pelo menos 10% dos trabalhadores com contracto sem termo de cada empresa.

3 – Ao trabalhador deve ser assegurada, no âmbito da formação contínua, um numero mínimo de horas anuais de formação certificada.

4 – O numero mínimo de horas anuais de formação certificada a que se refere o numero anterior é de trinta e cinco horas a partir de 2006. [54]

## **4.2 Estimativa e valoração do risco**

Depois de já ter determinado os grupos de exposição semelhante às poeiras de silica cristalina respirável, determinou-se a estimativa e a valoração do risco associado à presença de postos de trabalho contendo poeiras de silica cristalina respirável através da utilização de um método de avaliação semi-quantitativo. Na tabela seguinte estão expostos os resultados obtidos e a descrição das medidas a tomar em cada caso.

**Tabela 24** – Resultados obtidos da análise quantitativa

GES	Magnitude do Risco (R)	Descrição
1	45	As condições de trabalho estão dentro dos padrões. No entanto deve manter-se um controlo sistemático dessas condições e se possível introduzir medidas de melhoria
2	180	É provável que as condições de trabalho não cumpram os padrões e seja necessário planificar medidas preventivas adequadas para melhorar a situação.
3	90	
4	90	
7	500	As condições de trabalho estão totalmente fora dos padrões. Pode supor-se um perigo eminente para a saúde ou integridade física das pessoas.

Os resultados obtidos pela utilização de métodos de avaliação semi-quantitativos carecem sempre de algum rigor, tendo a vantagem da sua aplicação ser mais rápida e económica.

Pela análise dos resultados obtidos pela aplicação do método semi-quantitativo aos GES identificados, verificamos que o GES que apresenta menor risco será a fusão/vazamento (GES 1) e o GES que apresenta maior risco é o da rebarbagem (GES 7).

A actividade de fusão/vazamento, normalmente, não apresenta risco de exposição às poeiras de sílica cristalina respirável. Apenas ocasionalmente os trabalhadores que executam estas actividades estarão expostos às finas poeiras de sílica cristalina respirável. Essa exposição ocorre quando se executa tarefa de revestimento dos fornos de indução utilizando um molde não amovível.

Esta tarefa envolve a remoção do revestimento do forno de indução que está gasto e a formação de um novo revestimento. A primeira parte da tarefa é conseguida partindo

o material refractário originando a libertação de finas poeiras de sílica cristalina respirável. A segunda etapa envolve a formação do novo revestimento formado através da compactação de material refractário com auxílio de um vibrador pneumático que também origina a libertação de elevadas quantidades de finas poeiras de sílica cristalina respirável.

O GES 7 é o que apresenta maior risco para os trabalhadores devido ao facto de ser um trabalho contínuo de libertação de finas poeiras resultantes da rebarbagem de peças que na sua constituição contêm sílica.

Os GES 2, 3 e 4 são todos pertencentes à actividade de moldação e aparentemente poderão apresentar um risco que exija medidas semelhantes de modo a controlar a exposição às poeiras de sílica cristalina respirável. Apesar de não ser um caso de elevada gravidade poderá exigir a planificação de medidas preventivas adequadas para melhorar a situação.

Estes resultados obtidos recorrendo a um método de avaliação semi-quantitativo, visto não serem completamente esclarecedores terão que ser comparados e validados por métodos quantitativos mais rigorosos.

### **4.3. Avaliação Quantitativa**

Através da análise dos resultados obtidos verifica-se que as concentrações das poeiras respiráveis de sílica cristalina medidas não ultrapassaram, em nenhum caso, o VLE-MP aplicável ( $0,025 \text{ mg/m}^3$ ) estipulado pela NP 1796:2007.

Dos GES analisados, o GES 3 foi o que apresentou maior concentração de sílica cristalina respirável ( $1,1 \times 10^{-4} \text{ mg/m}^3$ ), sendo que o GES 1 e 4 foram os que apresentaram menor valor de concentração para a poeira analisada (não detectado). Os GES 2 e 7 apresentaram valores semelhantes ( $9,1 \times 10^{-5}$  e  $8,8 \times 10^{-5}$ , respectivamente)

De alguma forma, os resultados obtidos não foram totalmente espectáveis pela observação das condições encontradas na empresa visitada. No entanto, tais resultados podem ser explicados pela análise de determinados factores.

As recolhas das amostras foram efectuadas por 3 técnicos da empresa prestadora de serviços, que posteriormente, enviaram as amostras para um laboratório acreditado que as analisou. Desta forma, existem 2 passos distintos que têm que ser analisados. A recolhas das amostras e a análise das amostras.

A amostragem é o passo mais importante dentro do contexto da obtenção do resultado final, visto que, feita inadequadamente, a análise quantitativa ou qualitativa se esvazia do ponto de vista científico.

As amostras recolhidas foram enviadas para serem analisadas por um laboratório acrediado. No entanto, as amostras não foram recolhidas por pessoal pertencente a um laboratório acreditado, mas sim por uma empresa prestadora de serviços que não é garante suficiente do rigor dos resultados obtidos.

Também é importante referir que o referido laboratório acreditado que foi subcontratado para efectuar a análise das amostras de recolha de sílica cristalina respirável aplicou o método NIOSH 0600:1998 – “Particulate not otherwise regulated, respirable”.

Este método utiliza como técnica de medição dos resultados a análise gravimétrica e é aplicado em Partículas para as quais ainda não há dados suficientes para demonstrar efeitos à saúde em concentrações geralmente encontradas no ar dos locais de trabalho. Essa definição se refere às partículas que não tenham um limite de exposição estabelecido; que sejam insolúveis ou fracamente solúveis em água ou nos fluidos aquosos dos pulmões; não sejam citotóxicas, genotóxicas ou quimicamente reativas com o tecido pulmonar; não emitam radiação ionizante.



Ora, a sílica cristalina respirável não se enquadra nesta categoria e deveria ter sido analisada pelos métodos de difracção de raios-X da NIOSH 7500:2003 – “SILICA, CRYSTALLINE, by XRD (filter redeposition)” ou pelo método de infravermelhos da NIOSH 7602:2003 – “SILICA, CRYSTALLINE by IR (KBr pellet)”. Também existe a método da NIOSH 7601:2003 – SILICA, CRYSTALLINE, by VIS que consiste numa análise pelo método da espectrofotometria de absorção no visível, mas que só pode ser aplicada para investigação.

O método de análise empregue para analisar a sílica cristalina respirável foi o método errado. Em vez do método NIOSH 7500 de difracção de raios-X ou o método NIOSH 7602 de infravermelhos, foi utilizado o método NIOSH 0600 de análise gravimétrica. Este erro afecta seriamente o resultado obtido, pois foi seleccionado um método incorrecto de análise não indicado para analisar amostras de sílica cristalina respirável.

Como o laboratório que analisou as amostras não utilizou nenhum dos dois métodos indicados para realizar a análise das amostras recolhidas pode-se concluir que o laboratório era um laboratório acreditado, mas no entanto o método de análise de poeiras de sílica cristalina respirável não se encontrava abrangido por essa acreditação.

Como o método não foi o correcto, os resultados obtidos não têm valor legal e não podem servir para determinar se a empresa cumpre ou não com o estipulado por lei. No entanto, podemos utilizar estes resultados para determinar qual o GES mais sujeito à exposição de poeiras de sílica cristalina respirável.

Como já foi visto anteriormente, o GES 3 parece ser o grupo de exposição semelhante mais exposto, apesar dos valores obtidos para o GES 2 e 7 serem também muito próximos. Aparentemente, os GES 1 e 4 apresentam baixo risco de exposição às poeiras de sílica cristalina respirável.

Recomenda-se que se repitam as análises aos GES identificados, utilizando um dos dois métodos aconselhados. Como os trabalhos realizados são muito dinâmicos, também se aconselha o aumento do tempo de recolha das amostras de modo a se poderem obter resultados mais exactos e mais representativos do risco de exposição existente para cada GES.

Aconselha-se ainda que sejam recolhidas mais amostras por cada GES de modo a verificar se as amostras recolhidas apresentam concordância de valores. Normalmente, são necessárias 6 amostras por cada GES de modo aos resultados obtidos poderem ser tratados estatisticamente.

#### **4.4. Recomendações Gerais**

Os princípios gerais de prevenção, por força do seu enquadramento na Directiva-Quadro, funcionam como uma matriz de referência da metodologia da prevenção que consta do conteúdo normativo do Decreto-Lei nº 441/91. De seguida são enumerados os referidos princípios.

##### **A – Eliminar os riscos:**

O risco, enquanto potencial de dano inerente aos componentes de trabalho, deve ser objecto de análise sistemática tendo em vista a sua detecção e eliminação. Esta primeira atitude preventiva deve ter lugar não só na fase de laboração, mas principalmente na fase de concepção e projecto. Ora, toda esta acção só é possível num quadro de competências de gestão desenvolvidas e de integração da prevenção nos momentos decisivos do projecto e do planeamento.

##### **B – Avaliar os riscos:**

O risco resulta de um perigo não eliminado que vai persistir na situação de trabalho, contando com a interacção de um ou vários trabalhadores. Avaliar os riscos significa desenvolver todo um processo que visa obter dos riscos o conhecimento necessário à

definição de uma estratégia preventiva (origem do risco, natureza do risco, consequência do risco, trabalhadores expostos ao risco, etc.).

### **C – Combater os riscos na origem:**

Este princípio é também um princípio de gestão, porque desloca a prevenção dos riscos em si para o nível dos seus factores, visando conferir à prevenção a qualidade de eficácia e estado na origem do conceito de prevenção integrada. Ou seja, o risco deve ser, preferencialmente, combatido no plano dos factores de trabalho que lhe dão origem, como forma de o seu controlo atingir a máxima eficácia possível.

### **D – Adaptar o trabalho ao Homem:**

Este princípio visa potenciar também o conceito de prevenção integrada, indicando que todos os factores do trabalho devem ser, tanto quanto possível, concebidos e organizados em função das características das pessoas que o executam (concepção e organização produtiva dos locais e postos de trabalho, das ferramentas e equipamentos, dos métodos e processos de trabalho, dos ritmos de trabalho e tempos de trabalho, etc.).

### **E – Atender ao estado de evolução da técnica:**

Este princípio manda atender à permanente evolução tecnológica, de que decorrem novos riscos, mas também novas soluções preventivas integradas nos componentes de trabalho (máquinas mais seguras, produtos não tóxicos, etc.) e novos métodos mais eficazes para avaliar e controlar riscos.

### **F – Substituir o que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso:**

Aplica-se aqui o que já se referiu no ponto anterior, ou seja, a evolução tecnológica resolve algumas situações de perigo (eliminando-o ou reduzindo-o), devendo isso mesmo ser potenciado na melhoria dos factores de trabalho. Este princípio estabelece,

implicitamente, como linha de conduta o princípio da melhoria contínua neste processo, ou seja, deve ser conhecida toda a fonte de perigo existente na empresa e permanentemente processar-se a procura de melhores soluções, na medida do possível.

### **G – Planificar a prevenção:**

Este princípio pressupõe que as medidas de prevenção só produzem efeito duradouro e eficaz quando se articulam coerentemente entre si (medidas técnicas sobre os componentes materiais do trabalho articuladas com medidas de organização do trabalho e com medidas sobre as competências dos trabalhadores) com a lógica da produção e com a política de gestão da empresa.

### **H – Dar prioridade à protecção colectiva em relação à protecção individual:**

A implementação da protecção colectiva consiste numa acção estabelecida preferencialmente ao nível da fonte de risco, englobando as componentes materiais do trabalho e o meio envolvente. O objectivo consiste no estabelecimento de uma protecção de considerável eficácia, para qualquer pessoa que esteja exposta àquele risco. Com base neste princípio, deveremos escolher equipamentos que disponham de protecção integrada contra os riscos, envolvendo-os para se garantir a protecção do colectivo.

A protecção individual constituirá uma alternativa ou um complemento resultante de não se ter conseguido controlar eficazmente o risco recorrendo apenas à protecção colectiva, pelo que se torna necessário proteger o homem individualmente.

### **I – Dar instruções adequadas aos trabalhadores (informação e formação):**

Assim podemos delimitar o universo fundamental dos princípios gerais de prevenção a cinco:

- os três principais que se formulam verticalmente de forma decrescente: eliminação do risco, protecção colectiva, e protecção individual;
- os dois princípios que se formulam horizontalmente, por estarem presentes em todos os domínios da intervenção preventiva (a organização e a formação).

#### **4.4.1 Eliminação do Risco**

A eliminação do risco traduz-se, fundamentalmente, nas seguintes acções:

- ao nível do projecto/tarefa a executar (previsão do risco e sua supressão definitiva, através de adequadas soluções de concepção);
- ao nível da segurança intrínseca (selecção dos produtos e dos equipamentos de que esteja excluído o risco;)
- ao nível dos métodos e processos de trabalho (organização do trabalho de que resulte a ausência de risco).

Na empresa visitada não foram detectadas quaisquer possibilidades viáveis de eliminação do risco, visto que, no processo de moldação utilizado, a areia não pode ser substituída por outra matéria-prima. Uma solução poderia ser a modificação do processo de fundição, mas isso traduzir-se-ia na modificação total do processo de fundição, que não é minimamente viável.

#### **4.4.2 Protecção Colectiva**

Como já foi visto anteriorente, quando a eliminação do risco não é possível deve-se actuar, preferencialmente, ao nível da fonte de risco, englobando as componentes materiais do trabalho e o meio envolvente.

Desta forma, de seguida são sugeridas algumas medidas de protecção colectiva que podem auxiliar ao nível do controle das poeiras criadas (em particular, as poeiras de sílica cristalina respirável) e na melhoria das condições de trabalho.

- Despoeiramento

A empresa analisada possuía um sistema de despoeiramento das cabines de rebarbagem e do equipamento de desmoldação. No entanto, nenhum destes equipamentos estavam a ser utilizados ou se apresentavam em bom estado de funcionamento. Recomenda-se que estes sistemas sejam colocados a funcionar em perfeitas condições e que sejam sempre utilizados, pois representam um sistema de protecção colectiva que impede, com alguma eficiencia, que as poeiras se espalhem quer dentro das cabines, quer para o exterior das mesmas.

Do mesmo modo, aconselha-se que o sistema de despoeiramento seja alargado às 3 zonas de moldação, à zona da macharia e à zona de fusão/vazamento, se bem que neste último caso, o sistema de despoeiramento deve ser utilizado, somente, quando é efectuada a reparação dos fornos.



**Figura 38** – Braço extractor de poeiras NEX D da NEDERMAN



**Figura 39** –Kits de extracção de poeiras para rebarbadora da NEDERMAN

- **Compartimentação**

Caso não se consiga reter as poeiras geradas directamente na fonte, deve-se procurar impedir a propagação das poeiras de sílica cristalina respirável para além da zona da fonte geradora de poeiras. Para tal, terá que se fechar a instalação de areia o máximo possível, podendo-se utilizar bandas flexíveis nas aberturas. Esta solução é particularmente importante para os postos referentes às 3 moldações e às cabines de rebarbagem.

- **A aspiração central**

Nos casos em que se verifica que a eficiência do sistema de despoeiramento não é suficiente para reter as poeiras geradas na fonte, poderá ser necessário instalar um sistema de aspiração central que permita a aspiração de poeiras por parte de um trabalhador em qualquer ponto da unidade industrial.

- **Ventilação**

As poeiras mais finas, como é o caso das poeiras de sílica cristalina respirável, têm maior tendência a permanecerem no ar ambiente e a não assentarem no chão. Os locais de trabalho onde estão presentes estes tipos de poeiras é necessário implementar uma boa norma de ventilação geral a partir de portas e janelas, ou por ventilação forçada nos locais onde existe abastecimento de ar ou este é removido por ventoinha.



**Figura 40** – Ventilador centrífugo N40 da NEDERMAN

#### **4.4.3 Equipamentos de Protecção Individual (EPI)**

Os equipamentos de protecção individual (EPI) constituem a última barreira entre o agente químico perigoso e o trabalhador e por isso a sua utilização é limitada aos seguintes casos:

- Os EPI's devem ser usados quando as outras medidas de eliminacao ou reducao dos riscos nao sao suficientemente eficazes para evitar a ocorrencia de doencas e de acidentes; [77] [78] [79]
- quando não seja possível adoptar de imediato as medidas de prevenção e protecção colectivas adequadas e tenha de se recorrer provisoriamente à protecção individual;
- em operações pontuais ou numa situação eventual que não justifique a implementação de medidas permanentes, sempre que o uso de um EPI garanta um nível de protecção equivalente ao que seria proporcionado pelas medidas que visa substituir;
- sempre que ocorram situações de emergência, resgate ou auto-salvamento.

Considera-se equipamento ou dispositivo de protecção qualquer elemento ou sistema que se destine especificamente a proteger o trabalhador contra um ou mais riscos susceptíveis de ameaçar a sua saúde e/ou a sua segurança.



Segundo o Decreto-Lei n.º 128/93 (22 de Abril) que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva do Conselho n.º 89/686/CEE, de 21 de Dezembro, “... os equipamentos de protecção individual são dispositivos ou meios destinados a ser envergados ou manejados com vista a proteger o utilizador contra riscos susceptíveis de constituir uma ameaça à sua saúde ou à sua segurança...”[80]

Se um tal dispositivo se destina a ser envergado ou utilizado por apenas uma pessoa, designa-se como é lógico, por equipamento ou dispositivo de protecção individual, e vulgarmente identifica-se com a sigla EPI.

Os EPI devem obedecer a alguma característica técnica, sem as quais o seu uso sistemático por parte dos trabalhadores será sempre um problema, não se atingindo portanto os objectivos pretendidos da protecção individual de cada um, nas suas actividades laborais.

A protecção individual é, ou deve ser, o último passo na sequência das acções tendentes a proteger o trabalhador, e deve ser aplicada sempre que as medidas anteriores de eliminação dos riscos e de protecção colectiva, não foram suficientes para resolver os problemas, ou por qualquer motivo não puderam ser aplicadas.

De acordo com as obrigações gerais do empregador (artigo 273.º, n.º2, alínea f) da Lei n.º 99/2003 (27 de Agosto), que aprova o código do trabalho, deve-se “... dar prioridade à protecção colectiva em relação às medidas de protecção individual...” [54]

O Decreto-Lei 348/93 que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 89/656/CEE, do Conselho, de 30 de Novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de protecção individual no trabalho define as obrigações do empregador e do trabalhador, estando expostas na seguinte tabela:

**Tabela 25 –** Obrigações do empregador e do trabalhador em termos de equipamentos de protecção individual. [81]

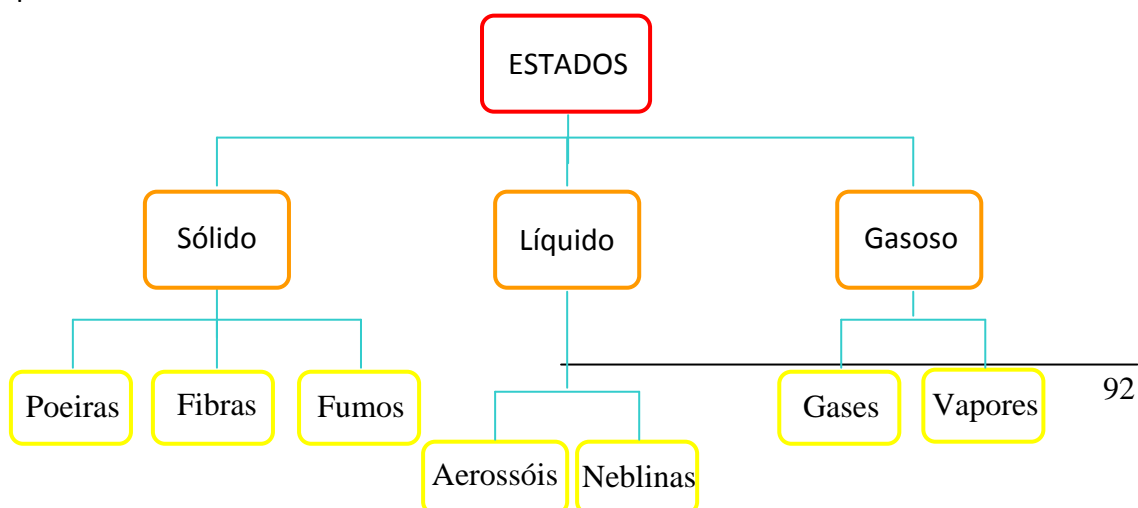
Obrigações do empregador	Obrigações do trabalhador
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecer equipamento de protecção individual e garantir o seu bom funcionamento;</li> <li>• Fornecer e manter disponível nos locais de trabalho informação adequada sobre cada equipamento de protecção individual;</li> <li>• Informar os trabalhadores dos riscos contra os quais o equipamento de protecção individual os visa proteger;</li> <li>• Assegurar a formação sobre a utilização dos equipamentos de protecção individual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar correctamente o equipamento de protecção individual de acordo com as instruções que lhe forem fornecidas;</li> <li>• Conservar e manter em bom estado o equipamento que lhe foi distribuído;</li> <li>• Participar, de imediato, todas as avarias ou deficiências do equipamento de que tenha conhecimento</li> </ul>

Os tipos de EPI utilizados podem variar dependendo do tipo de actividade ou de riscos que poderão ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador e da parte do corpo que se pretende proteger, tais como:

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| • Cabeça             | • Pés e pernas     |
| • Ouvidos            | • Pele             |
| • Olhos e cara       | • Tronco e abdómen |
| • Vias respiratórias | • Contra quedas    |
| • Mãos e braços      |                    |

#### 4.4.3.1 Equipamento de protecção respiratória (EPR)

A sílica cristalina respirável é inalada sob a forma de poeira, no entanto outros contaminantes químicos podem ser inalados sob outras formas. Na figura seguinte estão indicadas as diferentes formas segundo as quais os agentes químicos se podem apresentar.



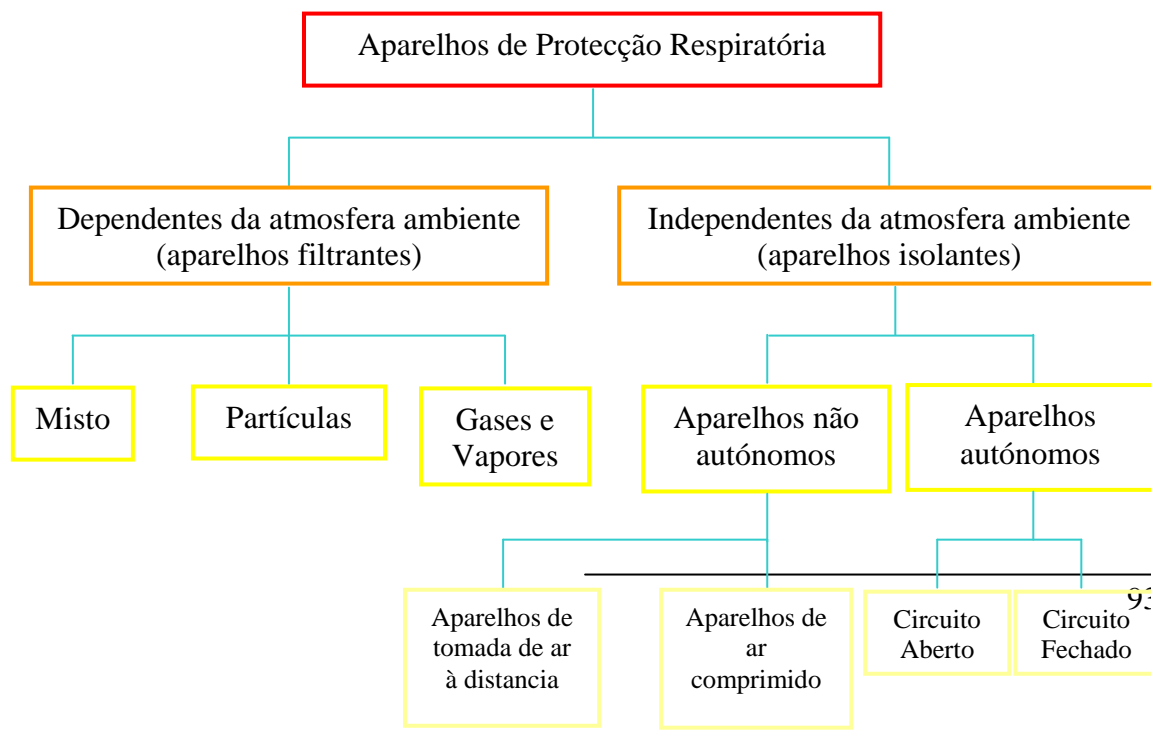
**Figura 41 –** Formas possíveis dos agentes químicos.

Podemos considerar que as poeiras são partículas sólidas de granulometria reduzida em suspensão no ar. Podemos distinguir, entre poeiras totais (todas as partículas sólidas presentes no ambiente num dado momento, independentemente do tamanho das partículas) e poeiras respiráveis, consoante a granulometria das partículas.

De um modo geral, o EPR é qualquer dispositivo concebido para proteger quem o utiliza de “perigos “ por inalação, todavia não existe nenhuma definição universalmente aceite. Os EPR são uma forma de equipamento de protecção pessoal, isto é, que protege apenas quem o utiliza. O tipo mínimo de protecção respiratória pessoal é uma máscara que cobre pelo menos o nariz e a boca. O tipo máximo é um fato corporal que fornece ar “ limpo “ sob pressão positiva.

#### 4.4.3.2. Tipos de EPR

Na figura seguinte estão esquematizados os diferentes tipos equipamentos de protecção respiratória (EPR):



**Figura 42** – Classificação dos aparelhos de protecção respiratória (segundo a NP EN 133:1996)

Os equipamentos filtrantes anti-aerossóis (partículas), também designados por anti-poeiras, são constituídos por uma peça de contacto facial – que tanto pode ser uma semi-máscara cobrindo apenas o nariz, a boca e o queixo, ou uma máscara completa protegendo toda a face – e por um elemento filtrante.



**Figura 43** – (a) semi-máscara descartável com válvula de exalação; (b) semi-máscara e respectivos filtros de substituição; (c) máscara de face completa

Os elementos filtrantes são classificados, em função da sua eficácia de filtração e nos termos da normalização actualmente existente para o efeito, do seguinte modo:

- a) Classe 1 – equipamentos de protecção que se destinam a ser utilizados em ambientes contendo poeiras grossas e que são referenciados pelo fabricante como P1 para as máscaras completas e FFP1 para as semi-máscaras;
- b) Classe 2 – equipamentos de protecção que se destinam a ser utilizados em ambientes contendo aerossóis sólidos e/ou líquidos perigosos ou irritantes e que são referenciados pelo fabricante como P2 para as máscaras completas e FFP2 para as semi-máscaras;

c) Classe 3 – equipamentos de protecção que se destinam a ser utilizados em ambientes contendo aerossóis sólidos e/ou líquidos tóxicos e que são referenciados pelo fabricante como P3 para as máscaras completas e FFP3 para as semi-máscaras.

#### **4.4.3.3 Factor de protecção**

Os valores dos factores de protecção para cada classe de filtro estão indicados no seguinte quadro.

**Tabela 26** – Factor de protecção e máxima concentração admissível para utilização para cada classe de filtro.

Classes de filtros		Factor de	Máxima concentração
<u>Respirador (EN 149)</u>	<u>Filtro (EN 143)</u>	Protecção	admissível para utilização
FFP1	P1	4,5	4 x VLE
FFP2	P2	12	15 x VLE (máscaras completas) 10 x VLE (semi-máscaras)
FFP3	P3	50	400 x VLE (máscaras completas) 30 x VLE (semi-máscaras)

#### 4.4.3.4 Duração

A duração de utilização de um filtro depende de vários factores como a sua capacidade de absorção ou de filtragem, da concentração dos contaminantes, do ritmo respiratório do utilizador, da temperatura e da humidade do meio ambiente.

Para os filtros de partículas, o seu entupimento provoca uma resistência respiratória muito grande, devendo ser substituídos nessa altura pois é um indício de que o filtro se encontra saturado.

#### 4.4.3.4 – Selecção de EPR

Um estudo efectuado entre 1986 e 1988 pela OSHA permitiu evidenciar que 12 a 14% do total de lesões e incapacidades ocorriam porque os trabalhadores não usavam o EPI adequado e que o seu uso poderia prevenir até cerca de 38% dos efeitos de natureza ocupacional o que é bem revelador da sua importância.

Na selecção do EPR adequado tem que se analisar vários factores, podendo-se dividir esses factores em dois grupos diferentes, os factores ambientais e factores individuais e do próprio equipamento. A análise destes factores permitem-nos determinar quais os EPR que podem ser usados em determinado posto de trabalho, no entanto geralmente não são suficientes para produzir uma decisão final sendo necessário analisar outros factores, os chamados factores de decisão.

#### **4.4.3.4.1 – Factores ambientais**

Os factores ambientais, que podem causar riscos ambientais, são aqueles causados por agentes físicos (ruído, temperaturas extremas, etc.), químicos (poeiras, vapores, etc.) ou biológicos (bactérias, fungos, etc.) que, presentes nos ambientes de trabalho, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador em função de sua natureza, concentração, intensidade ou tempo de exposição.

Na selecção do EPR a utilizar num ambiente de trabalho com exposição à sílica cristalina respirável deve-se ter em conta os seguintes factores:

- a) Em certos ambientes (espaços confinados), algumas máscaras não podem ser utilizadas devido à baixa concentração de oxigénio. A concentração de oxigénio não pode ser inferior a 19,5%.
- b) É obrigatório ter o conhecimento da concentração do contaminante para ser possível seleccionar o EPR mais adequado.
- c) Na selecção de um EPR deve ainda ser considerada o esforço desenvolvido na execução da actividade por parte do trabalhador. Basicamente existem três formas de classificar as cargas de trabalho, podendo esta geralmente ser classificada como leve, média ou pesada.
- d) Também é importante perceber o tempo pelo qual o trabalhador permanece na área de risco. Segundo o artigo 55.º, n.º 5, da Lei 35/2004 que regulamenta a Lei n.º 99/2003, de 27 de Agosto, que aprovou o Código do Trabalho, a utilização de um equipamento de protecção individual das vias respiratórias deve ser “limitada ao tempo mínimo necessário, não podendo ultrapassar quatro horas diárias” e “tratando-se de aparelhos de protecção respiratória isolantes com pressão positiva, a sua utilização deve ser excepcional, por tempo não superior a quatro horas diárias, as quais, se forem seguidas, devem ser intercaladas por uma pausa de, pelo menos, trinta minutos”. [54]

e) A temperatura e a humidade do posto de trabalho também influenciam a eficiência do EPR. As temperaturas baixas podem embaciar as lentes ou o visor do EPR (caso exista), pode também congelar as válvulas ou impedir que vedem bem. As altas temperaturas, para além de contribuírem para o aumento do stress térmico, também podem deformar partes dos EPR impedindo a vedação correcta ou até mesmo lesões graves nos trabalhadores.

f) Na escolha de certos tipos de EPR deve-se levar em linha de conta o nível de ruído do ambiente e a necessidade de comunicação. Falar em voz alta pode provocar o deslocamento de algumas peças faciais.

#### **4.4.3.4.2 – Factores individuais e do próprio equipamento**

A avaliação dos factores ambientais permite-nos seleccionar quais os EPR mais adequados para determinado ambiente de trabalho. No entanto, ainda é necessário analisar os factores individuais e do próprio equipamento de modo a garantir que esses EPR seleccionados são passíveis de serem utilizados pelos trabalhadores e que cumprem os requisitos mínimos de utilização. Esses factores são:

a) Depois de avaliados os parâmetros relativos ao ambiente de trabalho, estes dados devem ser entregues ao médico do trabalho que procederá a uma entrevista individual, focando os aspectos referentes a sintomas respiratórios e cardiovasculares. Geralmente, nesta entrevista o médico do trabalho recorre a um questionário de avaliação. Em anexo é apresentado um exemplo de um questionário de avaliação de candidatos.

b) Para eficazmente preservarem a saúde e garantirem a segurança de pessoas e bens, os equipamentos de protecção individual terão que satisfazer, na sua concepção e fabrico, exigências essenciais de segurança e respeitarem os procedimentos adequados à certificação e controlo da sua conformidade com as exigências essenciais aplicáveis.



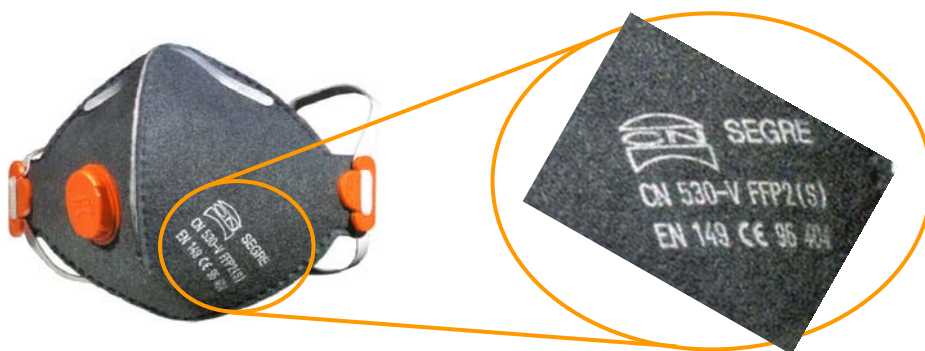
Tais exigências e procedimentos derivam da Directiva do Conselho n.º 89/686/CEE, de 21 de Dezembro. Os Despacho n.º 11694/2000 (2.ª série) contem a lista de normas harmonizadas no âmbito da aplicação da Directiva n.º 89/686/CEE relativa a equipamentos de protecção individual.

A Portaria 1131/93 aprova as exigências essenciais relativas à saúde e segurança aplicáveis aos equipamentos de protecção individual. Segundo a mesma portaria, devem-se controlar principalmente os seguintes requisitos:

- Marcação CE;
- Declaração de conformidade do fabricante, comprovativa da conformidade do equipamento com as exigências de segurança legalmente estipuladas para o seu fabrico e comercialização;
- Manual de instruções em Português, normalmente sob a forma de folheto informativo. [82]

Segundo a norma NP EN 149 referente a semi-máscaras descartáveis, estas devem vir marcadas com:

- Nome;
- Marca comercial do fabricante ou vendedor;
- A marca de identificação do tipo;
- A classe;
- O número da norma;
- As letras S (sólido) ou SL (sólido e líquido) conforme o filtro.



**Figura 44** – Exemplo da marcação obrigatória presente numa máscara segundo a NP EN 149 [83]

c) Deve-se ter em atenção que o uso de outros EPI (ex: capacetes ou máscara de soldador) não devem interferir com a vedação do EPR.

d) Os EPR não devem ser utilizados por pessoal com pelos faciais, pois pode impedir uma adequada vedação do EPR à face do utilizador.

d) O tamanho do EPR deve ser o adequado ao utilizador do mesmo. Normalmente, existem três tipos de tamanhos de EPR, pequeno, médio e grande.

#### **4.4.3.4.3 – Factores de decisão**

O TSHSS valoriza os critérios que supostamente condicionam a adesão ao uso dos EPI, com destaque para três requisitos: eficácia protectora; estética do equipamento e conforto. [84] [85]

A ordem daqueles critérios empíricos iniciais pouco a pouco evoluiu, com variações nas prioridades consideradas, se bem que a aceitabilidade e o conforto configurem a preocupação ainda hoje mais valorizada. Entretanto, a oficialização da protecção individual (regulamentação e normalização) provocou uma nova inflexão na hierarquia dos critérios, deslocando-se da aceitabilidade pelos utilizadores para a eficácia dos equipamentos, a componente a qual se devera dar maior relevo.

Depois de analisados todos estes factores, é comum que existam vários EPR que cumpram o objectivo pretendido. Nesta fase, terão que ser analisados outros factores dos quais dependerá a decisão final de escolha do EPR. Esses factores são a eficiência, o conforto e a durabilidade.

Os equipamentos filtrantes anti-aerossóis normalmente utilizados para proteger os trabalhadores contra a exposição à sílica cristalina respirável são de dois tipos. As semi-máscaras sem manutenção (descartáveis) e as semi-máscaras com manutenção.

As semi-máscaras descartáveis apresentam como vantagem relativamente às semi-máscaras com manutenção o facto de não necessitarem de ser limpas, para além de os trabalhadores não terem preocupação quanto à altura de substituir os filtros, pois são máscaras para serem utilizadas num único turno de trabalho (caso não se danifiquem ou deteriore). As semi-máscaras com manutenção podem ser em elastómero ou em silicone texturado, sendo o segundo tipo bastante mais confortável para uso prolongado.

### **A – Conforto:**

Em termos de conforto, as semi-máscaras com manutenção (em silicone texturado) e as semi-máscaras descartáveis são semelhantes, recaindo a escolha do tipo de máscara mais confortável nos trabalhadores.

### **B – Durabilidade:**

Quanto à durabilidade (vida útil) dos filtros, as boas práticas de protecção respiratória orientam que estes devem ser substituídos sempre que causarem dificuldades à respiração. A prática de estabelecer um prazo fixo para trocar a semi-máscara descartável (diariamente) ou o filtro das semi-máscaras com manutenção (por exemplo: de 3 em 3 dias ou semanalmente), é muito comum e errada, quando aplicada cegamente. A troca pode ser programada somente se a prática demonstra que a saturação em uma determinada operação ocorre em tantas horas ou dias, mas o usuário não pode ser impedido de trocar o respirador sempre que sentir dificuldade em respirar, pois as pessoas são muito diferentes umas das outras, a necessidade respiratória de cada um é diferente e tem que ser respeitada. Para este tipo de semi-máscara deve-se fazer um estudo individual para determinar a periodicidade com que se efectua a troca de filtros, podendo os resultados serem diferentes de trabalhador, para trabalhador.

### **C – Eficiência:**

O Guia de Melhores Práticas publicado pelo NEPSI (2006) recomenda que os trabalhadores que tenham actividades que envolvam o manuseamento e utilização da sílica cristalina e produtos relacionados devem usar filtros de classe P3 nos equipamentos de protecção respiratória (EPR).

No entanto, a escolha da classe de filtro adequada para o manuseamento e utilização da sílica cristalina e produtos relacionados está longe de ser consensual e varia muito de país para país.

Nos Estados Unidos da América, a NIOSH (2008) recomenda que a classe de filtros para utilização perante concentrações de exposição dos trabalhadores menor ou igual a  $0,5 \text{ mg/m}^3$  é o N95, que é equivalente ao filtro de classe P2 (eficiência de 95%) na Europa.

No programa de protecção respiratória (Brasil, 1994) está exposto um quadro sobre recomendações de EPR para a sílica cristalina respirável que indica que para até 10 vezes o limite de tolerância (equivalente a VLE) o EPR deve utilizar filtros P1, P2 ou P3, de acordo com o diâmetro das partículas, sendo que para diâmetros de partículas inferiores a  $2 \mu\text{m}$  deve-se usar um filtro de classe P3.

É necessário ter em atenção que quanto mais eficiente o filtro mecânico, maior será a dificuldade para se respirar através dele e, portanto, maior o desconforto.

### **4.4.3.5 EPR recomendados**

Visto não existir um consenso sobre este assunto, deve-se escolher a opção mais prudente e que mais protege a saúde dos trabalhadores. Sendo assim, a classe de filtros que devem ser usados nos EPR é a P3.

Todos os GES têm que usar equipamentos de protecção respiratória. No entanto, as secções da moldação automática (GES 4), moldação manual grande (GES 5) e

moldação manual pequena (GES 6) não devem necessitar de EPR se a extracção estiver bem concebida e a funcionar correctamente.

#### **4.4.4 Medidas organizacionais**

##### **4.4.4.1 Serviços de segurança e higiene**

Como se trata de um estabelecimento industrial com mais de 50 trabalhadores, a entidade empregadora deve garantir a existência de 2 técnicos de higiene e segurança no trabalho por cada 1500 trabalhadores abrangidos ou fracção, sendo, pelo menos, um deles técnico superior de higiene e segurança no trabalho.

##### **4.4.4.2 Representantes dos trabalhadores para a segurança, higiene e saúde no trabalho**

Para além dos técnicos de higiene e segurança no trabalho, a entidade empregadora também deve criar as condições para que existam 2 representantes dos trabalhadores para a segurança, higiene e saúde no trabalho (Empresa de 61 a 150 trabalhadores).

##### **4.4.4.3 Limpeza do estabelecimento**

Devem-se criar planos de limpeza eficazes do estabelecimento industrial, de modo a garantir que as poeiras geradas e não retidas na fonte são removidas rapidamente, evitando o seu novo levantamento para o ar ambiente causado pela movimentação de pessoas ou por presença de correntes de ar.

Um sistema de limpeza bastante eficaz para ser usado em ambientes de trabalho contendo poeiras a limpeza através de uma máquina auto-lavadora. A máquina auto-lavadora utiliza um processo húmido para limpar os pavimentos, promovendo eficazmente a remoção das poeiras depositadas e evitando o posterior levantamento das mesmas.



**Figura 45** – Máquina de limpeza automática Tennant T7

Nestes plano de limpeza têm que também estar incluída a limpeza de tectos, paredes e superfícies elevadas inacessíveis, como por exemplo o topo dos tubos pertencentes ao sistema de despoeiramento que apresentavam elevadas quantidades de poeiras acumuladas.

Constatou-se que a limpeza dos pavimentos era efectuada recorrendo ao uso de uma vassoura. Esta prática é absolutamente desaconselhada, constituindo um factor de levantamento de poeiras.



**Figura 46** – Proibição do uso da vassoura

#### 4.4.4.4 Utilização, Conservação, Acomodação e Armazenagem de EPI

Ao usar o equipamento de protecção individual o trabalhador deve seguir algumas regras práticas, no que respeita à sua utilização, conservação, acomodação e armazenagem.

- a) Antes de utilizar o EPI, o trabalhador deverá verificar sempre o seu estado de conservação e limpeza e respectivos prazos de validade.
- b) Se o EPI apresentar alguma deficiência que altere as suas características protectoras, deverá a sua utilização ser evitada e a chefia directa informada de tal acto, por escrito.
- c) O trabalhador deverá limpar cuidadosamente os EPI's após cada utilização.
- d) Após a utilização dos EPI's em presença de produtos tóxicos, deverão os mesmos ser desinfectados com materiais adequados que não alterem as suas características;
- e) Os EPI's deverão ser guardados em recipiente ou armário próprio, isento de poeiras, produtos tóxicos ou abrasivos, utilizando embalagem própria e nas melhores condições de higiene;



**Figura 47** – Alguns exemplos de formas de armazenamento de EPI.

- f) Os EPI's não deverão nunca estar em contacto directo com ferramentas e outros materiais ou equipamentos.

#### **4.4.4.5 Sinalização de segurança – uso obrigatório de EPI**

A importância da sinalização de segurança nos locais de trabalho é sem dúvida uma das medidas de prevenção para os riscos profissionais, uma vez que estimula e desenvolve a atenção do trabalhador para os riscos a que está exposto, e permite-lhe recordar as instruções e os procedimentos adequados em situações concretas.

Entende-se por sinalização de segurança aquela sinalização que está relacionada com um objecto, uma actividade ou uma determinada situação, susceptíveis de provocar determinados perigos para o trabalhador.

Na legislação portuguesa aplicável à sinalização de segurança o Decreto-Lei nº 141/95 (de 14 de Junho) refere no seu 5º art. que o empregador deve garantir a existência de sinalização de segurança e saúde adequada, sempre que os riscos não puderem ser evitados ou suficientemente diminuídos com meios técnicos de protecção colectiva ou com medidas, métodos ou processos de organização do trabalho. [86]

O empregador deve garantir que a acessibilidade e a clareza da mensagem da sinalização de segurança e de saúde no trabalho não sejam afectadas pela sua má concepção, pelo número insuficiente, pela localização inadequada, pelo mau estado de conservação ou deficiente funcionamento dos seus dispositivos ou pela presença de outra sinalização ou de uma fonte emissora.

A Portaria n.º 1456-A/95 regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e de saúde no trabalho, e suas características. Nesta portaria indica que os sinais de obrigação devem possuir as seguintes características:

- Forma circular;
- Pictograma branco sobre fundo azul, (a cor azul deve cobrir pelo menos 50% da superfície da placa).



De acordo com os EPI seleccionados para proteger os trabalhadores expostos às poeiras de sílica cristalina respirável, os sinais de segurança relativos à obrigatoriedade de usar EPI são:



Protecção obrigatória das  
vias respiratórias



Protecção obrigatória dos  
olhos



Protecção obrigatória do  
corpo

**Figura 48** – sinais de segurança relativos à obrigatoriedade de usar EPI.

#### 4.4.4.6 Área de alimentação

A empresa dispõem de uma área limpa específica onde os trabalhadores podem preparar refeições, comer e beber afastados dos seus postos de trabalho. Dispõe ainda de um pequeno espaço no qual é possível aproveitar uma pausa para comer, beber ou apenas descansar estando esta afastada dos postos de trabalhos. Esta área dispõem de uma máquina de café, de alimentos, mesas e cadeiras, não dispondo apenas de um frigorífico para guardar alimentos.

Os trabalhadores, em geral, não se deslocam para o local das refeições com o vestuário de protecção, sendo esta prática bastante importante e imperativa.

Os trabalhadores não devem trazer nem bebidas nem comida para o posto de trabalho. Esta situação chegou a ser verificada durante as visitas efectuadas e deve ser proibida pelos responsáveis da empresa.

#### **4.4.4.7 Utilização do ar comprimido**

O ar comprimido é largamente utilizado para diversos fins em áreas industriais. No entanto, muitas vezes o ar comprimido é usado errada e indevidamente.

Verificou-se com bastante frequência que os trabalhadores da empresa visitada limpavam as roupas de trabalho utilizando as diversas pistolas de ar comprimido espalhadas pelo estabelecimento industrial. Esta prática, para além de contribuir para o aumento desnecessário da factura energética, promove gravemente o levantamento de poeiras depositadas. Esta prática deve ser imediatamente proibida na empresa.



**Figura 49 –** Pistola de ar comprimido

#### **4.4.4.8 Vestuário de protecção**

A lavagem do vestuário de protecção é da responsabilidade da entidade empregadora. No entanto, verifica-se que são os próprios trabalhadores que tratam da limpeza respectivo vestuário, levando-o para casa, sendo a lavagem efectuada aos fins-de-semana.

Verificou-se também a não existencia de vestuário de protecção sobresselente para cada um dos trabalhadores. Ambas as situações necessitam de ser corrigidas.

Uma outra solução existente actualmente são as cabines de ar. Estas cabines permitem remover as poeiras

#### **4.4.4.9 Factores que determinam o uso de EPI**

A selecção correcta dos EPI muitas vezes não é suficiente para garantir a protecção dos trabalhadores expostos a situações de risco. Contrariamente à protecção passiva (protecção colectiva), que assegura uma protecção relativamente automática, a utilização do EPI é activa, necessitando de uma acção individual e persistente, exigindo uma modificação duradoura do comportamento individual.

A implementação do uso dos EPI não pode, deste modo, ser feita apenas numa perspectiva técnica e normativa, pela via da imposição e do autoritarismo, tendo, pelo contrário, que apelar à participação dos trabalhadores em todo o processo de análise e selecção. Enquanto que a protecção passiva (protecção colectiva) assegura uma protecção relativamente “cega”, a protecção activa necessita de uma acção individual, repetitiva e mantida no tempo.[88]

Segundo alguns estudos, vários tipos de medidas preventivas na indústria, tendo verificado que a mais frequentemente exigida (e adoptada) para (e pelos) trabalhadores, era o uso de um Equipamento Individual de Protecção (EPI). [89]

Existe uma multiplicidade de factores (entre outros, de natureza técnica, ergonómica, socio-económica, organizacional e psicossocial) que assumem importâncias e prioridades diferentes, consoante a perspectiva e do fabricante do EPI, do técnico de Saúde Ocupacional ou do utilizador/trabalhador. [79] [90] [91] [92]

A concepção dos EPI implica ter em consideração os requisitos técnicos, ergonómicos e económicos definidos no quadro legal e normativo. No entanto, a utilização dos equipamentos exige ainda outro tipo de considerações, menos conhecidas mas igualmente importantes, que se relacionam com a aceitação dos EPI por parte dos utilizadores e dizem respeito aos seus aspectos fisiológicos, psicológicos, organizacionais e sociais [92]

Não existe um equipamento ideal que proteja contra todos os factores de risco susceptíveis de ameaçar a saúde e a segurança. Por outro lado, também não existe um EPI que seja completamente cómodo e confortável para a totalidade dos seus utilizadores. [91] [93]

Os indivíduos com as suas características individuais, as suas crenças, atitudes, competências, experiencias e conhecimentos anteriores, assumem um papel preponderante na aceitação do uso dos EPI, uma vez que são eles que, em ultima instancia, tomam as decisões respeitantes a sua saúde e a sua segurança. [90] [94] [95] [96] [97] [98] [99] [100] [101] [102] [103]

Os resultados do presente estudo são coincidentes com a evidencia científica actual de que a decisão de usar o EPR no local de trabalho é influenciada por um vasto conjunto de factores dos quais foram identificados como mais influentes os factores relativos ao individuo, ao sistema socio-organizacional e cultural e, com menor influencia, os aspectos relativos as características do próprio equipamento de protecção.

O uso do EPR constitui, em si mesmo, um acréscimo de exigências para os trabalhadores, originando frequentemente desconforto e outros efeitos indesejáveis, principalmente quando são usados durante longos períodos de tempo.

Contudo os trabalhadores optam por usar a protecção individual quando:

- possuem informação e formação sobre os factores de riscos a que estão expostos e os riscos a que estão sujeitos;
- fazem uma análise sobre as vantagens e as desvantagens da sua utilização e concluem que o EPR é eficaz, útil e importante para a protecção da sua saúde, ou seja acreditam que as vantagens da protecção compensam os sacrifícios;
- o EPR é valorizado e usado pelas chefias e pelos colegas;
- participam na escolha e selecção do equipamento;
- o EPR é adaptado quer ao trabalhador quer as exigências do trabalho;
- o EPR está disponível e estão asseguradas as condições necessárias para a sua manutenção;

- a Segurança e Saúde são reconhecidas como valores fundamentais;
- a direcção da empresa considera que as questões da Segurança e Saúde estão ligadas as questões da qualidade e da produtividade;
- existe um quadro tecnico-legal que reconhece e valoriza a segurança e saúde dos trabalhadores.

Qualquer estratégia de intervenção terá que ser, inevitavelmente, uma estratégia integradora dos diferentes factores susceptíveis de influenciar a decisão do uso dos EPI. As estratégias com maior probabilidade de êxito serão aquelas que se basearem numa clara compreensão dos mecanismos cognitivos, organizacionais e sociais dos grupos-alvo, uma vez que o papel das crenças em saúde, bem como a percepção e a avaliação do risco, são cruciais para a decisão de usar (ou não) o equipamento disponibilizado para protecção individual contra riscos profissionais.

## 5. Conclusão

A segurança e saúde no trabalho são, actualmente, preocupações centrais de qualquer política de promoção da qualidade do emprego, seja ao nível das políticas públicas e da actuação dos actores institucionais do Estado, seja ao nível das próprias empresas, trabalhadores e parceiros sociais.

Para além disso, as condições de segurança, higiene e saúde no trabalho constituem o fundamento material de qualquer programa de prevenção de riscos profissionais e contribuem, na empresa, para o aumento da competitividade com diminuição da sinistralidade.

Em Portugal, fruto de pertencer à União Europeia, existe legislação que permite uma protecção eficaz de quem integra actividades industriais, ou outras, devendo a sua aplicação ser entendida como o melhor meio de beneficiar, simultaneamente, as empresas e os trabalhadores, na salvaguarda dos aspectos relacionados com as condições ambientais e de segurança de cada posto de trabalho

A sílica cristalina é um componente essencial de materiais que têm uma diversidade de utilizações na indústria e que são um componente vital de diversos objectos que utilizamos no dia-a-dia.

Desde a antiguidade que se sabe que a exposição continuada a poeiras finas contendo sílica cristalina pode causar danos nos pulmões, mais concretamente, a silicose sendo inclusive a doença profissional mais estudada e documentada e é uma das formas mais comuns de pneumoconioses.

Neste sentido, e estando a sílica cristalina presente em diversos componentes vitais utilizados no dia-a-dia, o CAEF assinou o acordo relativo à protecção da saúde dos trabalhadores através da utilização e manuseamento correctos de sílica cristalina e produtos contendo sílica cristalina ou, simplesmente, SDA.

A dissertação teve como objectivo, em primeiro lugar, avaliar as condições de trabalho e saúde dos trabalhadores da empresa em termos de exposição às poeiras de sílica cristalina respirável. Depois de analisadas as condições de trabalho pretendeu-se propor medidas por forma a se poder implementar o SDA na redução do risco de exposição da à sílica cristalina respirável.

Assim, inicialmente, procedeu-se à análise dos processos e tarefas realizadas, bem como a caracterização dos trabalhadores envolvidos através do preenchimento de um questionário. Pela análise dos dados relativos à caracterização dos trabalhadores conclui-se que os trabalhadores desta empresa:

- São principalmente do sexo masculino (86%);
- Têm baixo nível de escolaridade (1º ciclo - 31,4% e 2º ciclo - 39,2%);
- São, na sua grande maioria, não fumadores (86%);
- Têm uma média de idades relativamente jovem (37,1 anos);
- Já têm alguma experiência trabalhos em fundições;
- Têm alguma falta de formação em HST.

A recolha de todos estes dados permitiu a identificação de 7 GES diferentes e, posteriormente, a análise destes grupos através de um método semi-quantitativo e um método quantitativo.

Os métodos semi-quantitativos são pouco rigorosos, mas permitem em pouco tempo e com baixos custos prever quais os GES que apresentam maior risco de exposição. Através desta análise, determinou-se que o GES 7 é o grupo mais exposto ao risco e o GES 1 como apresentando baixo risco de exposição expectável.

Uma das ferramentas mais eficaz para determinar a importância do grau de exposição a que os trabalhadores possam estar expostos é a realização de uma avaliação quantitativa.

A avaliação quantitativa foi realizada por uma empresa externa que não aplicou o método mais indicado para realizar a análise, não permitindo aferir com certeza se os GES analisados estão expostos a concentrações perigosas de sílica cristalina respirável. Apesar disto, esta análise permitiu concluir que os valores para os GES 2, 3 e 7 são muito semelhantes, estando os GES 1 e 4 menos expostos às poeiras de sílica cristalina respirável.

Com esta dissertação pretendeu-se propor uma forma de implementação do SDA na redução do risco de exposição às poeiras de sílica cristalina respirável. Neste sentido, julgo que a implementação das medidas propostas, de acordo com os princípios gerais de prevenção, serão importantes para reduzir o risco de exposição dos trabalhadores.

Julgo também que estas medidas se podem aplicar a esta empresa em concreto, mas também a outras empresas do sector da fundição, bem como a empresas de outros sectores abrangidos pelo SDA que também tenham assinado o SDA, pois a maior parte das medidas são transversais a todos os sectores industriais.

Algumas das medidas mais urgentes de serem implementadas são de carácter organizativo, sendo que a sua implementação exige a participação de todos os envolvidos. Neste sentido, futuramente, seria importante desenvolver programas de formação e informação sobre a sílica, os seus riscos e acções de melhoria e verificar a sua eficácia na redução da exposição às poeiras de sílica.

A nível sectorial, poderia-se pensar na criação de uma rede de partilha de boas práticas, na qual se descrevessem casos concretos e medidas implementadas.

Estas orientações para pesquisas futuras podem, em nossa opinião, aumentar a eficácia das melhorias que se pretendem implementar e, consequentemente, o alcance dos objectivos a que estas se destinam: a Prevenção da Saúde e Segurança das pessoas que trabalham.



## 6. Referências Bibliográficas

- [1] – MENDES, R. (1995), *Patologia do Trabalho*, Rio de Janeiro (Brasil), Editora Atheneu.
- [2] – Resolução do Conselho de Ministros n.º 59/2008 (*Diário da República*, 1.ª série — N.º 64 — 1 de Abril de 2008) Estratégia Nacional para a Segurança e Saúde no Trabalho, para o período 2008 -2012.
- [3] – Grohmann, M., *Segurança no Trabalho Através do Uso de EPI's: Estudo de Caso Realizado na Construção Civil de Santa Maria, Santa Maria (Brasil)*.
- [4] – NEPSI (2006), *Guia de Melhores Práticas para a protecção da saúde dos trabalhadores através do correcto manuseamento e utilização da sílica cristalina e produtos relacionados*.
- [5] – Europeias, C. (2007), *Melhorar a qualidade e a produtividade do trabalho: estratégia comunitária para a saúde e a segurança no trabalho 2007-2012*.
- [6] – Acordo relativo à protecção da saúde dos trabalhadores através da utilização e manuseamento correctos de sílica cristalina e produtos contendo sílica cristalina, 2005.
- [7] – Decreto Regulamentar n.º 6/2001 (DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-B N.º 104 — 5 de Maio de 2001). Aprova a Lista das Doenças Profissionais e o Respectivo Índice Codificado.
- [8] – CRPG (2005). *Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais em Portugal - Regime Jurídico da Reparação dos Danos*.
- [9] – Alegre, C., *Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais*, 2ª ed., pag. 140.

[10] – CRPG (2005), Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais em Portugal: Das Práticas Actuais aos Novos Desafios.

[11] – CRPG (2005), Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais em Portugal Impactos nos Trabalhadores e Famílias.

[13] – Decreto-Lei n.º 248/99 (DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A N.º 152 — 2-7-1999) Procede à reformulação e aperfeiçoamento global da regulamentação das doenças profissionais em conformidade com o novo regime jurídico.

[14] – Decreto-Lei 352/2007, Diário da República, 1.ª série — N.º 204 — 23 de Outubro de 2007 Aprova a nova Tabela Nacional de Incapacidades por Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais.

[15] – Campos, S., Pneumoconioses, 2003. Acedido em 20 de Novembro de 2008, no *Web site*: <http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias/928>.

[16] – Brasil. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Acções Programáticas Estratégicas, Pneumoconioses, 2006 Série A. Normas e Manuais Técnicos 1.ª edição.

[18] – (Brasil) Portal Nacional de Saúde, Silicose, 2008. Acedido em 14 de Outubro de 2008, no *Web site*: [http://www.unimed.com.br/pct/index.jsp?cd\\_canal=49146](http://www.unimed.com.br/pct/index.jsp?cd_canal=49146).

[19] – Breviglieri, E. (2006), Higiene Ocupacional - Agentes Biológicos , Químicos e Físicos, Senac, São Paulo (Brasil).

[20] –Rodrigues, G., Mantovani, L., Lopes, K. (2004), Um estudo da Poeira respirável de Basalto na Produção de Brita e sua Influência para o Sistema Respiratório do Trabalhador.

[21] – (Brasil) Fundação Nacional da Saúde (2004), Pneumoconioses: Aspectos Epidemiológicos. Acedido em 12 de Novembro de 2008, no *Web site*:

<[http://www.funasa.gov.br/guia\\_epi/htm/doencas/pneumoconioses](http://www.funasa.gov.br/guia_epi/htm/doencas/pneumoconioses)>.

[22] – Goelzer B., Handar, Z. (2001), PROGRAMA DE ELIMINAÇÃO DA SILICOSE, Brasil.

[23] –Administração Regional de Saúde do Norte (2005), Morbilidade Profissional, Acedido em 26 de Outubro de 2008, no *Web site*: [http://portal.arsnorte.min-saude.pt/portal/page/portal/ARSNorte/Conte%C3%BAdos/Sa%C3%BAde%20P%C3%BAblica%20Conteudos/medir\\_para\\_mudar\\_11.pdf](http://portal.arsnorte.min-saude.pt/portal/page/portal/ARSNorte/Conte%C3%BAdos/Sa%C3%BAde%20P%C3%BAblica%20Conteudos/medir_para_mudar_11.pdf).

[24] – Carneiro, A., ADP/UFMG, Algranti, E., Silicose, FUNDACENTRO e DMe/CST (Brasil).

[25] – Mendes, P. (2007), Agentes Químicos Perigosos – Algumas Directrizes Práticas para Implementação da Legislação, TECNOMETAL n.º 168.

[26] – Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa, Fisiopatologia humana – Neoplasia, (S.D.) Acedido em 28 de Outubro de 2008, no *Web site*: <http://www.ff.ul.pt/paginas/mcmarques/Microsoft%20PowerPoint%20-%20%20Neoplasia.pdf>.

[27] – Leite, E. (2007), Dicionário Digital de Termos Médicos, Acedido em 15 de Outubro de 2008, no *Web site*: [http://www.pdamed.com.br/diciomed/pdamed\\_0001\\_04118.php](http://www.pdamed.com.br/diciomed/pdamed_0001_04118.php).

[28] – (United Kingdom), Office for National Statistics (2005), UK Cancer Incidence Statistics by Age.

[29] – COTRAN, R.S., ROBBINS,S.L., KUMAR, V. *Robbins pathologic basis of disease*. 5th Ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994.

[30] – Algranti, E., De Capitani, E., Bagatin, E. (2005), Patologia do Trabalho Segundo Aparelho Respiratório. In: Patologia do Trabalho. 2ª ed. São Paulo, SP. Editora Atheneu.

[31] –Tibiriça Bon, A., Santos, A., Silica, Estrutura e ligações químicas, Fundacentro e DQi/CHT (Brasil). Acedido em 19 de Setembro de 2008, no Web site: <http://www.fundacentro.gov.br/conteudo.asp?D=SES&C=780&menuAberto=777>.

[32] – (Brasil), Zirtec, A Silica. Acedido em 4 de Novembro de 2008, no Web site: <http://www.zirtec.com.br/areia/silica.htm>.

[33] – IARC (Internacional Agency for Teseach on Cancer), Silica Some Silicates Coal Dust and Para-Aramid Fibrils, IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Vol.38, Lyon, France. 1997.

[34] – HESSEL, P. A. et al. (2000), Sílica, Silicosis, and Lung Cancer: a Response to a Recent Working Group Report. Journal of Occupational and Environmental Medicine; v.42, n.7, p704-720, july. 2000. Acedido em 15 de Novembro de 2008, no Web site: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/b vsSP/>.

[35] – EN 481 (1993), Workplace Atmospheres. Size Fraction Definitions for Measurement of Airborne Particles, British-Adopted European Standard. ISBN: 0580221407.

[36] – [ACGIH]. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 2005 - Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposures Indices. Cincinnati: ACGIH, 2005.

[37] – ISO 7708 (1995), *Air Quality - Particle Size Fraction Definitions for Health-Related Sampling*, International Organization for Standardization.

- [38] – Donalson K, Borm PJA. The quartz hazard: A variable entity. *Ann Occup Hyg* 1998; 42(5): 287-94.
- [39] – Castranova V, Vallyathan V, Ramsey DM, McLaurin JL, Pack D, Leonard S, Barger MW, Ma JYC, Dalal NS, Teass. A. Augmentation of pulmonary reactions to quartz inhalation by trace amounts of iron-containing particles. *Environ Health Perspect* 1997; 105 (Suppl 5): 1319-24.
- [40] – Wallace WE, Keane JM, Harrison JC e col. Surface properties of silica in mixed dusts. In: Castranova V, Vallyathan V, Wallace WE, eds. *Silica and silica-induced lung diseases*. Boca Raton, FL: CRC, Press Inc; 1996. p.107-17.
- [41] – Wallace WE, Chen J, Harrison J e col. Respirable silica particle occlusion by alumino-silicate: surface properties of dusts with disease risk anomalies. [abstract] **La Medicina del Lavoro**; 2002; 93 (Suppl 2002). p. S24. 3<sup>RD</sup> International Symposium on Silica, Silicoses, Cancer and Other Diseases; 2002 oct 21-25; Santa Margherita Ligure, Italy.
- [42] – Guthrie Jr. GD. Mineralogical Factors Affect the Biological Activity of Crystalline Silica. *Appl Occup Environ Hyg* 1995; 10 (12): 1126-31.
- [43] – Bolsaitis PP, Wallace WE. The struture of sílica surfaces in relation to cytotoxicity. In: Castranova V, Vallyathan V, Wallace WE, eds. *Silica and silica-induced lung diseases*. Boca Raton, FL: CRC Press Inc; 1996. p.79 89.
- [45] – Rossitti, S., Processos e variáveis da fundição – parte 1. Acedido em 12 de Outubro de 2008, no *Web site*:  
<http://www.guiadasiderurgia.com.br/revistas/metais-brasil/30/fundicao/processos-e-variaveis-da-fundicao-parte-1-sergio-mazzer-rossitti>.
- [46] – Associação Portuguesa de Fundição (APF) , Relatório Anual, 2006.

- [48] – **Lima, A., Freitas, A., Magalhães, P. (2003)**, Processos de vazamento em moldações permanentes. Acedido em 15 de Setembro de 2008, no *Web site*:  
[http://awf2.no.sapo.pt/ficheiros/monografias/trabalhos\\_mold\\_perman1.pdf](http://awf2.no.sapo.pt/ficheiros/monografias/trabalhos_mold_perman1.pdf).
- [49] – ISHST (2005), Exposição Profissional a Agentes Químicos na Indústria da Fundação Portuguesa, ISQ e FEUP.
- [51] – APF – Estratégia de Desenvolvimento do Sector Metalúrgico, Protocolo IA-FEUP/UA no Domínio PCIP Sector Metalúrgico, 2006.
- [52] – Santos, M., Santos, L., Duarte, P., Alfaiate, S., **CANCERÍGENOS NO AMBIENTE LABORAL COMO PROCEDER**, 2008. Acedido em 10 de Setembro de 2008, no Web site:  
<http://www.forma-te.com/mediateca/download-document/5054-cancerigenos-no-ambiente.html>.
- [53] – Decreto-Lei 290/2001, DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A N.º 266 — 16 de Novembro de 2001, Protecção da segurança e saúde dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes químicos no trabalho, Ministério do Trabalho e da Solidariedade.
- [54] – Lei n.º 99/2003, DIÁRIO DA REPÚBLICA— I SÉRIE-A N.º 197 — 27 de Agosto de 2003, Aprova o Código do Trabalho, Assembleia da República.
- [55] – Lei n.º 35/2004, DIÁRIO DA REPÚBLICA— I SÉRIE-A N.º 177 — 29 de Julho de 2004, Regulamenta o Código do Trabalho, Assembleia da República.
- [56] – Europeia, C. (1997). Guia para avaliação de riscos no local de trabalho. Bruxelas: Serviço de publicações Comunidades Europeias.

[57] – OIT. (2002). Sistemas de Gestão da Segurança no Trabalho: directrizes práticas da OIT (M. Barroso, Trans. 1ª ed.). Lisboa: IDICT - Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições de Trabalho.

[58] – Roxo, M. (2003). Segurança e Saúde do Trabalho: Avaliação e Controlo de Riscos: Almedina.

[59] – NP 4397. (2001). Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde - especificações: IPQ – Instituto Português da Qualidade.

[60] – Gadd, S., Deborah, K., & Balmforth, H. (2003). Good practice and pitfalls in risk assessment. Sheffield, UK: Health & Safety Executive.

[61] – Hartlén, J., Fällman, A., Back, P., & Kemakta, C. J. (1999). Principles for risk assessment of secondary materials in civil engineering work (AFR-REPORT 250). Stockholm: Swedish Environmental Protection Agency.

[62] – Carvalho, F. 2007 Estudo comparativo entre diferentes métodos de Avaliação de Risco, em situação real de trabalho.

[63] – Miguel, A. S. (2005). Manual de Higiene e Segurança do Trabalho (8ª ed.): Porto Editora.

[64] – HSE. (2003). Five steps to risk assessment. Health and Safety Executive. Acedido em 29 de Setembro de 2008, no Web site: <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg163.pdf>

[65] – Stern, P.C. and Fineberg, H.V. (eds.) (1996) Understanding Risk, Informing Decisions in a Democratic Society. National Research Council, Washington, D.C., National Academy Press, 249 p.

[66] – Gadd, S., Deborah, K., & Balmforth, H. (2003). Good practice and pitfalls in risk assessment. Sheffield, UK: Health & Safety Executive.

[67] – Xavier, J. C. M., & Serpa, R. R. (2006). Estudo de análise de riscos em instalações com produtos perigosos. Acedido em 11 de Novembro de 2008, no Web site: [www.cepis.opsoms.org/tutorial1/p/estuanal/index.html](http://www.cepis.opsoms.org/tutorial1/p/estuanal/index.html).

[68] – Burriel Lluna, G.(2003), Sistema de Gestión de Riesgos Laborales e Industriales, Fundación Mapfre.

[69] – Uva, A. S., & Graça, L. (2004). Saúde e Segurança do Trabalho: Glossário: Sociedade Portuguesa de Medicina do Trabalho.

[70] – Worsell, N. (2000a). Machinery risk assessment validation literature review (HSL/2000/18): HSL (Health and Safety Labour).

[71] – IChemE. (1996). Risk assessment in the process industrial (2nd ed.): R Turney and R Pitblado.

[72] – Fernandes, A. (2006). Gestão de riscos uma abordagem empírica. Paper presented at the Colóquio Internacional de Segurança e Higiene Ocupacionais, Porto.

[73] – HSE. (2006). Guidance on risk assessment for Offshore installations (Offshore information sheet nº 3/2006): Health and Safety Executive.

[74] – Glossop, M., Ioannides, A., & Gould, J. (2000). Review of hazard identification techniques(RAS/00/02): HSL.

[75] – Leidel, N., K. Busch, and J. Lynch. Occupational Exposure Sampling Strategy Manual (DHEW/NIOSH Pub. 77-173). Cincinnati, Ohio: National Institute for Occupational Safety and Health, 1977.

[76] – American Industrial Hygiene Association (AIHA), A Strategy for Occupational Exposure Assesment, Hawkins N. C. Norwood S. K. & Rock J. C. (Ed.), EUA, 1991.



[77] – ARTEAU, J.; GIGUERE D. – Efficacité, fiabilité et confort comme critères d'évaluation des équipements de protection individuelle. In MONCELON, B. – Maîtriser le risque au poste de travail. Nancy: Presses Universitaires, 1992, 339-344, ISBN 2 86480 648 7.

[78] – MAYER, A. – Limites d'emploi des équipements de protection individuelle: le point de vue d'un organisme notifié. Cahiers de Notes Documentaires, 160 (1995), 441-444.

[79] – BAEZA, M. – De la prescription des EPI à leur utilisation en situation réelle de travail. Securite et Medecine du Travail, 113 (1996) 6-8.

[80] – Decreto-Lei n.º 128/93, DIÁRIO DA REPÚBLICA— I SÉRIE-A N.º 94 — 22 de Abril de 1993, Relativa aos Equipamentos de Protecção Individual, Ministério da Indústria e Energia.

[81] – Decreto-Lei 348/93, DIÁRIO DA REPÚBLICA— I SÉRIE-A N.º 231 — 1 de Outubro de 1993, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de protecção individual no trabalho, Ministério do Emprego e da Segurança Social.

[82] – Portaria 1131/93, DIÁRIO DA REPÚBLICA— I SÉRIE-B N.º 258 — 4 de Novembro de 1993, Estabelece as exigências essenciais relativas à saúde e segurança aplicáveis aos equipamentos de protecção individual (EPI), Ministérios da Indústria e Energia e da Saúde.

[83] – NP EN 149, Respiratory protective devices. Filtering half masks to protect against particles. Requirements, testing, marking.

[84] – KRAWSKY, G. – Ergonomie, normalisation et acceptation des protecteurs individuels. INRS, Cahier de Notes Documentaires, 158 (1995) 113-116.

[85] – DAVILLERD, C. – Prevention et port des équipements de protection individuelle: Une usine metallurgique. INRS – Note Scientifique et Technique 214, 2001e, 56 p.

[86] – Decreto-Lei 141/95, DIÁRIO DA REPÚBLICA— I SÉRIE-A N.º 136 — 14 de Junho de 1995, Estabelece as prescrições mínimas para a sinalização de segurança e de saúde no trabalho, Ministério do Emprego e da Segurança Social.

[87] – Portaria n.º 1456-A/95, DIÁRIO DA REPÚBLICA— I SÉRIE-B N.º 284 — 11 de Dezembro de 1995, Regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e de saúde no trabalho, Ministério do Emprego e da Segurança Social.

[88] – SMITH, G. ; VEAZIE, M. – Les principes de prevention : L'approche «Sante publique »de la reduction du nombre des lesions corporelles sur le lieu de travail, In BIT – Encyclopedie de Securite et de Sante au Travail. Cap. 56. Geneve: Bureau International du Travail, 2000, II, 59.30, ISBN 92 2 209815 3.

[89] – ZIMOLONG, B.; TRIMPOP, R. – La perception du risque. In BIT – Encyclopedie de Securite et de Sante au Travail. Cap. 59. Geneve: Bureau International du Travail, 2000, II, 59.30, ISBN 92 2 209815 3.

[90] – ROY, M.; FORTIER, L.; ROBERT, A.M. – Étude sur les facteurs d'adoption des mesures préventives : Le cas de la silicose associé au sablage au jet d'abrasives. Rapport B-044, IRSST, Québec, 1994, 37 p.

[91] – INRS – INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE – Une introduction a la protection individuelle, 2003

[92]- KRAWSKY, G.; DAVILLERD C. – Conditions d'acceptation des équipements de protection individuelle: etude bibliographique et position du probleme, INRS, Note Scientifique et Technique, 152 (1997) 50p.

[93] – IRSST – INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC – Les Travailleurs et les Equipements de Protection Collectifs et individuels. Profil-Recherche, 114 (1989).

[94] – CECA – COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE du CHARBON et de L'ACIER – Les facteurs humains et la sécurité dans la mines et la sidérurgie. Études de Physiologie et de Psychologie du Travail n° 2 Luxembourg (1967).

[95] – CRU, D.; DEJOURS,C. – Les savoirs-faire de prudence dans les metiers du batiment. Les Cahiers Medico-Sociaux, 3 (1983) 239-247.

[96] – WEINSTEIN, N. – Effects of personal experience on self-protective behavior. American Psychological Association, 105:1 (1989) 31-50.

[97] – FAEZ OLTRA, R. – Aspectos comportamentales relacionados com la utilizacion de los equipos de protection personal. Medicina y Seguridad del Trabajo, XXXIX:156 (1992), 31-37.

[98] – SIMARD M.; MARCHAND, A. – The behaviour of first-line supervisors in accident prevention and effectiveness in occupational safety. Safety Science, 17 (1994) 169-185.

[99] – ROUSSEAU, C. – De l'etude du comportement a celle des situations de travail. Performances Humaines & Techniques, 101 (1999), 71-76.

[100] – SIMARD, M. – Comprendre les facteurs qui influencent nos comportements. Travail et Securite, 04 (2000) 30-35.

[101] – VIDAL-GOMEL, C. – Le developpement des competences pour la gestion des risques professionnels. Le domaine de la maintenance des systemes electriques. These de Doctorat de Psychologie Ergonomique. Universite Paris VIII – Saint-Denis, 2001.

[102] – ESPANA. MINISTERIO DEL TRABAJO Y ASSUNTOS SOCIALES. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo – NTP 405: Factor humano y siniestralidad: aspectos sociales, Barcelona: INSHT, 2002 (Notas Tecnicas de Prevencion; no 405).

[103] COSSETTE, R. – Prevenir: savoir, savoir-faire, savoir etre, faire savoir. Prevention au Travail, 16 :2 (2003) 8-10.

## Anexo A – Questionário para caracterização dos trabalhadores

Este questionário não é obrigatório, mas a sua opinião sobre o seu trabalho é MUITO IMPORTANTE. Solícito, que preencha os dados abaixo e marque com um X no rectângulo da resposta correspondente.

Não coloque o seu nome no questionário. As informações são sigilosas e não serão divulgadas. Muito Obrigado!

### 1. DADOS PESSOAIS

1.1 SEXO: MASCULINO ☐ FEMININO ☐ IDADE: \_\_\_\_\_ ANOS

1.2. NACIONALIDADE: PORTUGUESA ☐ OUTRA \_\_\_\_\_

1.3. HABILITAÇÕES LITERÁRIAS (NÍVEL DE ESCOLARIDADE)

1º ciclo ☐ (4ºano) 2º ciclo (6º ano) ☐ 3º ciclo (9ºano) ☐ 12º ano ☐

Técnico-profissional ☐  
 Bacharelato ☐  
 Licenciatura ☐ } área de formação \_\_\_\_\_

1.4. TIPO DE CONTRATO

OPERADOR INTERNO ☐ OPERADOR EXTERNO ☐

### 2 .DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS ANTERIORES (últimos 3 empregos)

2.1. TEMPO NA EMPRESA? \_\_\_\_\_ANOS \_\_\_\_\_MESES.

2.2. HÁ QUANTO TEMPO TRABALHA EM FUNDIÇÃO? \_\_\_\_\_ANOS  
 \_\_\_\_\_MESES.

2.3. QUAL O SECTOR EM QUE TRABALHA? \_\_\_\_\_

2.4. QUAL O SEU TRABALHO ANTERIOR? \_\_\_\_\_

2.5. QUANTO TEMPO TRABALHOU? \_\_\_\_\_ANOS \_\_\_\_\_MESES.

2.6. EM QUE PERIODO? DE \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ ATÉ \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

2.7. TINHA CONTACTO COM AREIA? SIM ☐ NÃO ☐

2.8. TEMPO NA EMPRESA? \_\_\_\_\_ANOS \_\_\_\_\_MESES.

2.9. HÁ QUANTO TEMPO TRABALHA EM FUNDIÇÃO? \_\_\_\_\_ ANOS \_\_\_\_\_ MESES.

2.10. QUAL O SECTOR EM QUE TRABALHA? \_\_\_\_\_

2.11. QUAL O SEU TRABALHO ANTERIOR? \_\_\_\_\_

2.12. QUANTO TEMPO TRABALHOU? \_\_\_\_\_ ANOS \_\_\_\_\_ MESES.

2.13. EM QUE PERÍODO? DE \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ ATÉ \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

2.14. TINHA CONTACTO COM AREIA? SIM ☐ NÃO ☐

2.15. TEMPO NA EMPRESA? \_\_\_\_\_ ANOS \_\_\_\_\_ MESES.

2.16. HÁ QUANTO TEMPO TRABALHA EM FUNDIÇÃO? \_\_\_\_\_ ANOS \_\_\_\_\_ MESES.

2.17. QUAL O SECTOR EM QUE TRABALHA? \_\_\_\_\_

2.18. QUAL O SEU TRABALHO ANTERIOR? \_\_\_\_\_

2.19. QUANTO TEMPO TRABALHOU? \_\_\_\_\_ ANOS \_\_\_\_\_ MESES.

2.20. EM QUE PERÍODO? DE \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ ATÉ \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

2.22. TINHA CONTACTO COM AREIA? SIM ☐ NÃO ☐

### 3. FORMAÇÃO/SENSIBILIZAÇÃO

3.1. TEVE ALGUMA FORMAÇÃO/SENSIBILIZAÇÃO NO ÂMBITO DA SEGURANÇA, HIGIENE E SAÚDE NO TRABALHO (SHST)? SIM ☐ NÃO ☐

3.2. SE SIM, QUAL FOI O TIPO DE FORMAÇÃO/SENSIBILIZAÇÃO QUE RECEBEU?

A) SALA DE AULA ☐ (ex: informar os trabalhadores dos perigos contra os quais o EPI visa proteger, como os utilizar, avaliar a sua adequabilidade, ...)

B) NO TERRENO ☐ (ex: visa dar cumprimento ao exercício de segurança previsto na lei)

C) AMBAS ☐

D) OUTRA ☐ \_\_\_\_\_

3.3. EM QUE DOMÍNIOS?

A) UTILIZAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS ☐

B) PERIGOS PARA A SAÚDE DA SILICA CRISTALINA RESPIRÁVEL ☐

C) MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE CARGAS ☐

D) USO DE MEIOS DE COMBATE A INCÊNDIO ☐

E) USO DE EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL (EPI) ☐

F) TRABALHO COM ELECTRICIDADE ☐

G) EQUIPAMENTOS DE TRABALHO ☐

H) ESPAÇOS CONFINADOS ☐

I) ATMOSFERAS EXPLOSIVAS ☐

J) PRIMEIROS SOCORROS ☐

K) OUTROS ☐ \_\_\_\_\_

#### **4. HÁBITOS DE VIDA**

4.1. FUMADOR ☐ NÃO FUMADOR ☐

## Anexo B – Caracterização dos trabalhadores

**Tabela 27** – Dados obtidos no questionário para caracterização dos trabalhadores.

Sexo	Idade	Habilitações literárias	Tempo fundição	Sector	Formação HST	Fumador
masculino	53	1ºciclo	10	Granalhadora	não	não
masculino	54	2º ciclo	1	Acabamentos	sim	não
masculino	45	1º ciclo	8	Fusão	sim	sim
masculino	28	3º ciclo	< 1	Fusão	não	não
masculino	29	3º ciclo	13	Vazamento	Sim	não
masculino	24	2º ciclo	5	Vazamento	sim	não
masculino	20	12º ano	2	fusão	não	não
masculino	29	Licenciatura	2	Dep. Produção	sim	não
masculino	49	2º ciclo	35	moldador	sim	não
feminino	23	3º ciclo	2	macharia	não	não
feminino	49	3º ciclo	13	moldação	sim	não
masculino	23	2º ciclo	4	moldação	sim	não
masculino	19	3º ciclo	2	moldação	não	não
masculino	25	2º ciclo	3	moldação	não	não
feminino	31	2º ciclo	6	moldação	não	não
masculino	23	2º ciclo	2	moldação	não	não
masculino	32	2º ciclo	10	moldação	sim	não
masculino	19	3º ciclo	1	moldação	não	não
masculino	46	2º ciclo	1	soldadura	não	não
masculino	38	2º ciclo	24	maquinagem	não	não
masculino	43	1º ciclo	15	maquinagem	sim	não
masculino	52	1º ciclo	17	maquinagem	sim	não
masculino	44	1º ciclo	2	Desmoldação	não	não
masculino	20	3º ciclo	2	maquinagem	sim	não
masculino	26	2º ciclo	<1	Acabamentos	não	não
masculino	37	3º ciclo	4	Acabamentos	não	não
masculino	49	1º ciclo	2	Acabamentos	não	não
masculino	27	3º ciclo	7	Dep. Produção	sim	sim
masculino	22	3º ciclo	4	Dep. Produção	não	não
masculino	34	12º ano	15	manutenção	sim	não
masculino	35	2º ciclo	2	acabamento operador	não	não
masculino	52	1º ciclo	20	empilhador	não	não
masculino	57	1º ciclo	44	moldação	não	sim
masculino	46	1º ciclo	8	moldação	sim	não
masculino	19	3º ciclo	2	acabamento	não	não
masculino	56	1º ciclo	13	acabamento	sim	não
masculino	55	1º ciclo	1	acabamento	não	não
masculino	39	3º ciclo	10	moldação	sim	não
feminino	40	2º ciclo	10	moldação	sim	não
feminino	42	Licenciatura	6	moldação	sim	não



<b>Sexo</b>	<b>Idade</b>	<b>Habilitações literárias</b>	<b>Tempo fundição</b>	<b>Sector</b>	<b>Formação HST</b>	<b>Fumador</b>
masculino	30	2º ciclo	1	moldação	sim	sim
masculino	20	2º ciclo	2	moldação	não	sim
feminino	46	1º ciclo	6	moldação	sim	não
feminino	50	1º ciclo	15	moldação	não	não
feminino	30	2º ciclo	8	moldação	sim	não
masculino	25	2º ciclo	3	acabamento	sim	não
masculino	19	2º ciclo	1	acabamento	não	sim
masculino	35	2º ciclo	14	acabamento	não	não
masculino	34	3º ciclo	13	armazem	sim	não
masculino	33	2º ciclo	19	acabamento	sim	sim
masculino	51	1º ciclo	1	acabamento	não	não
masculino	38	12 ano	5	acabamento	não	não
masculino	20	1º ciclo	4	acabamento	não	não
masculino	61	1º ciclo	2	acabamento	não	não
masculino	54	1º ciclo	2	acabamento	não	sim
masculino	54	1º ciclo	2	acabamento	não	não
masculino	35	Licenciatura	6	acabamento	sim	não
feminino	32	Licenciatura	2	moldação	sim	não
masculino	54	2º ciclo	12	acabamento	sim	não
masculino	18	3º ciclo	<1	acabamento	sim	não

## Anexo C – Relatório com o resultados das amostragens

[Redacted]		RELATÓRIO DE ENSAIO / Testing Report	
		[Redacted]	
AMOSTRAGEM DE POEIRAS RESPIRÁVEIS NO AR AMBIENTE INTERIOR (POSTO DE TRABALHO)			
REQUISITANTE/Client:	[Redacted]		
ENDEREÇO/Address:	[Redacted]		
DATA DE ENTRADA/Entrance Date:	[Redacted]	REQUISIÇÃO /Order:	[Redacted]

**Relatório n.º 000826PPT**

**1. Objectivo do ensaio:** Determinar os níveis das exposições dos trabalhadores ao poluente das poeiras respiráveis de sílica cristalina, durante o trabalho

**2. Local do estudo:**  
Interior da empresa, sita na morada supra indicada.

**3. Definições:**  
*Valor limite de exposição (VLE-MP)* – Concentração média ponderada para um dia de trabalho de 8 horas e uma semana de 40 horas, à qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar expostos, dia após dia, sem efeitos adversos para a sua saúde.  
*Fracção respirável* – componente de um resíduo de poeiras com diâmetros médios de partículas inferiores a 5 microns.

**4. Normas utilizadas:**

- Niosh 0600:1998 – Particulates not otherwise regulated, respirable
- NEPSI – Guia das Melhores Práticas
- Acordo 2006/C 279/02 – Jornal Oficial da União Europeia
- NP EN 1540-2004 – Terminologia
- NP 1796-2007 – Segurança e saúde no trabalho - Valores limite de exposição profissional a agentes químicos

**5. Equipamentos utilizados:**  
Bombas de recolha de ar GILAIR5 da Gilian Instrument Corporation e SKC 224-PCTX4 equipadas com ciclones SKC para recolha das poeiras respiráveis. Calibrador primário de caudais de ar BIOS DEFENDER 520, com certificado de calibração. Micro – balança analítica de precisão Mettler Toledo MT5.

A análise da sílica cristalina respirável contida nas amostras de poeiras colhidas foi subcontratada a um laboratório externo acreditado.

[Redacted]

Pág. 1 de 3

RELATÓRIO DE ENSAIO / Testing Report

AMOSTRAGEM DE POEIRAS RESPIRÁVEIS NO AR AMBIENTE INTERIOR (POSTO DE TRABALHO)

**6. Metodologia utilizada:**

Efectuaram-se 7 amostragens de ar pessoais, no interior da empresa, que decorreram por solicitação do requisitante, em 2008.12.11. No quadro 1, seguinte, indicam-se as suas localizações e respectivas durações. Os caudais de recolha de ar das bombas foram regulados pelo calibrador primário para aproximadamente 2100 ml/min. Utilizaram-se filtros previamente pesados, com 25 mm de diâmetro montados nos ciclones. Após o regresso ao laboratório os filtros contendo os resíduos de poeiras colhidos foram novamente ambientados e pesados, determinando-se a massa do resíduo de cada um subtraindo-se os valores obtidos nas pesagens inicial e final. Finalmente, as concentrações das poeiras respiráveis foram calculadas relacionando-se a massa efectiva dos resíduos colhidos com os volumes de ar movimentados pelos amostradores de ar (bombas).

Quadro 1 – Localizações/durações das amostragens de ar (2008.12.11)			
Sector/secção	Horário	Duração (minutos)	Altura
Moldação Automática ██████████	9h58 – 10h55 12h22 – 15h45	260	(*)
Moldação Manual ██████████	10h02 – 10h58 12h19 – 15h46	263	(*)
Granalhadora ██████████	10h05 – 10h59 12h12 – 15h45	268	(*)
Cabine de Rebarbagem 1 ██████████	10h10 – 11h00 12h14 – 15h47	263	(*)
Cabine de Rebarbagem 2 ██████████	10h13 – 11h01 12h16 – 15h46	258	(*)
Moldação Grande ██████████	10h18 – 11h03 12h09 – 14h55	211	(*)
Fusão ██████████	10h22 – 11h04 12h02 – 14h49	209	(*)

(\*) – A 10 cm de distância das vias respiratórias superiores.

**RELATÓRIO DE ENSAIO / Testing Report**

AMOSTRAGEM DE POEIRAS RESPIRÁVEIS NO AR AMBIENTE INTERIOR (POSTO DE TRABALHO)

**7. Apresentação dos resultados:**

Quadro 2 – Resultados das amostragens de ar (2008.12.11)			
Sector/secção	Poeiras respiráveis	Conc. medida mg/m <sup>3</sup>	VLE-MP mg/m <sup>3</sup>
Moldação Automática	Sílica cristalina	< 9,1x10 <sup>-3</sup>	0,05
Moldação Manual	Sílica cristalina	Não Detectada	0,05
Granalhadora	Sílica cristalina	< 8,7x10 <sup>-5</sup>	0,05
Cabine de Rebarbagem 1	Sílica cristalina	< 8,8x10 <sup>-5</sup>	0,05
Cabine de Rebarbagem 2	Sílica cristalina	< 8,8x10 <sup>-5</sup>	0,05
Moldação Grande	Sílica cristalina	< 1,1x10 <sup>-4</sup>	0,05
Fusão	Sílica cristalina	Não Detectada	0,05

**8. Apreciação dos resultados:**

As amostragens foram realizadas por [REDACTED].  
O VLE utilizado é o mencionado na NP 1796:2007 para o poluente: sílica cristalina.  
Analisando o Quadro 2 dos resultados obtidos verifica-se que as concentrações das poeiras respiráveis de sílica cristalina medidas não ultrapassaram o valor do VLE-MP aplicável.

Porto, 11 de Março de 2009

Técnicos Responsáveis

Responsável da Qualidade  
e Tecnologias Convencionais